

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas

O PROBLEMA DA AUTO-DETERMINAÇÃO NA FILOSOFIA.....
DA NATUREZA - DUAS APROXIMAÇÕES

Alfredo Pereira Júnior

Dissertação apresentada à Faculdade
de Filosofia e Ciências Humanas da
UFMG, como requisito parcial para a
obtenção do título de Mestre em Fi-
lossofia.

Belo Horizonte

1986

"O PROBLEMA DA AUTO-DETERMINAÇÃO NA FILOSOFIA
DA NATUREZA - DUAS APROXIMAÇÕES"

Alfredo Pereira Júnior

Dissertação defendida e *aprovada* pela
Banca Examinadora, constituída dos Senhores:

Evando Mirra de Paula

Prof. EVANDO MIRRA DE PAULA

José de Anchieta Corrêa

Prof. JOSÉ DE ANCHIETA CORRÊA

Célio Garcia

Prof. Célio Garcia

(Orientador da Dissertação)

Departamento de Filosofia da Universidade Federal de
Minas Gerais

Belo Horizonte, 04 de setembro de 1986

Aos meus pais, Alfredo e Clarice;
avós, Felipe e Amélia; tia Cenira
e irmãos Luís Felipe, Carlos Hen-
rique e Maria Clara.

"The most interesting aspect of dissipative structures is for me that the roots of biology may lie much deeper in the properties of matter than was thought before" (PRIGOGINE, Order out of Chaos - artigo, em LIVINGSTON, Ed., Disorder and Order)

"Autonomy appears so obviously an essential feature of living systems that whenever something is observed that seems to have it, the naive approach is to deem it alive. Yet, autonomy, although continuously revealed in the self-asserting capacity of living systems to maintain their identity through the active compensation of deformations, seems so far to be the most elusive of their properties" (VARELA, Principles of Biological Autonomy)

"En effet, ce qui nous sommes efforcé de dégager, ce sont les éléments d'une logique des organisations que la nature offre à nos observations et expérimentations" (ATLAN, Entre le Cristal et la Fumée)

"A vida é uma aventura da qual não sairemos vivos"
(grafite anônimo)

S U M Á R I O

	Página
INTRODUÇÃO	1
<u>PRIMEIRA APROXIMAÇÃO</u>	
CAPÍTULO I - O SIGNIFICADO DA SUBSTÂNCIA	
1.1 - Das Idéias às Proposições	10
1.2 - A Atuação da Forma	18
1.3 - A Matéria como princípio do Ser	33
1.4 - A Aporética do Primeiro Motor e a Auto-Determinação no mundo sublunar	43
CAPÍTULO II - A AUTO-DETERMINAÇÃO DO 'LÓGOS'	
2.1 - Da 'Energeia' ao 'Lógos'	55
2.2 - A Auto-Determinação como "Começo".....	64
2.3 - Lógica e Natureza	72
2.4 - A Natureza Organizada	80
<u>SEGUNDA APROXIMAÇÃO</u>	
CAPÍTULO III - A AUTO-ORGANIZAÇÃO NA FÍSICO-QUÍMICA	
3.1 - Uma "Genealogia da Auto-Organização"	89
3.2 - A Termodinâmica dos Processos Irreversíveis	99
3.3 - A Natureza Ativa	111
3.4 - Um "Paradigma das Estruturas Dissipativas"?	124
CAPÍTULO IV - A AUTO-ORGANIZAÇÃO NA CIBERNÉTICA	
4.1 - Pequena História do Conceito	132
4.2 - A Coexistência de Autonomias	140
4.3 - Categorias da Auto-Organização	151
4.4 - Uma "Lógica das Organizações" ?	158
CONCLUSÃO	164
BIBLIOGRAFIA	169
SINOPSE	175

INTRODUÇÃO

O projeto da presente dissertação foi elaborado a partir da leitura de La Nouvelle Alliance¹, obra que expõe os resultados do trabalho de Ilya Prigogine na Termodinâmica dos Processos Irreversíveis e aponta para uma "Metamorfose da Ciência". Um dos principais aspectos da proposta de Prigogine e Stengers está na interação entre a ciência e a cultura; a ciência poderia ser entendida como invenção de soluções para as questões postas pela cultura de uma época².

A postura epistemológica de Prigogine e Stengers, ao mesmo tempo que relativiza a importância dos métodos de verificação empírica, vem chamar atenção para os problemas que interessam à cultura e que desafiam os cientistas na medida em que estes são permeáveis às questões que, em um primeiro momento, lhes surgem como extrínsecas ao seu ambiente profissional. No que tange ao conhecimento da natureza, tal mudança de ênfases proposta por Prigogine e Stengers abre um campo novo para uma Filosofia da Natureza, que teria o papel não de superpor-se à prática científica ou disputar-lhe a autoridade no discurso sobre a natureza, mas de detectar e formular os problemas "extrínsecos" na linguagem científica, auxiliando no sentido de que estes problemas possam ser localizados no domínio da ciência (isto é, do método científico)³. Um empreendimen-

¹ PRIGOGINE e STENGERS, 1979a; PRIGOGINE e STENGERS, 1984, edição revista e ampliada.

² cf. PRIGOGINE e STENGERS, 1980, e também o artigo de Michel MEYER, "Science as a questioning-process: a prospect for a new type of rationality", na mesma revista, pags. 49-89.

³ a sugestão de uma Filosofia da Natureza encontra-se em PRIGOGINE e STENGERS, 1979a, pags. 101-113. Uma avaliação de tal sugestão, que termina por apresentar-lhe objeções, está em APOSTEL, 1980.

to deste tipo não significará, decerto, um abandono da prática experimental nem um retrocesso ao realismo pré-crítico, mas a consolidação do duplo compromisso ético do cientista natural moderno: dialogar com a natureza, e dialogar com os outros homens ⁴.

Nossa dissertação se divide em duas partes: em primeiro lugar, empreendemos uma interpretação da história da filosofia da natureza, na qual Aristóteles e Hegel foram escolhidos como autores centrais, não só pela familiaridade de suas temáticas com a de Prigogine e Stengers ⁵, como pelo fato de sintetizarem períodos fecundos da história da filosofia. A interpretação tem por objetivo mostrar que o 'problema da auto-determinação' é um problema clássico na filosofia da natureza.

Em segundo lugar, examinamos o trabalho científico de Prigogine e outros autores contemporâneos (Francisco Varela, Henri Atlan) que se referem à 'auto-organização' de sistemas naturais, o que seria uma problemática familiar à estudada na primeira parte, e que possibilitaria a clarificação de alguns pontos insuficientemente desenvolvidos pela tradição filosófica, ou, ao menos, a localização destes problemas nas linguagens das ciências da natureza atuais.

O caráter destes estudos é histórico-crítico, podendo eventualmente adquirir ares sistemáticos, em virtude do próprio conteúdo tratado.

O problema que nos colocamos, e que foi estampado no título, pode, à primeira vista, parecer dissonante: 'auto-determinação' é, usualmente, um tema considerado concernente à ética ou à teologia. Em Kant, por exemplo, a lógica da auto-determinação se situa no domínio da Razão

⁴ cf. a análise de Thomas KUHN, 'apud' PRIGOGINE e STENGERS, 1980, pags. 11-13.

⁵ cf. PRIGOGINE e STENGERS, 1979a, pags. 104-105 e 169-173.

Prática, ao passo que o conhecimento da natureza é obra da Razão Teórica. Mas, assim como o próprio Kant foge ao seu esquema quando concebe a biologia sob o modelo de lógica da auto-determinação, pretendemos argumentar que as filosofias da natureza de Aristóteles e Hegel também podem ser interpretadas na perspectiva do problema da auto-determinação.

O 'problema da auto-determinação na filosofia da natureza', que nos propomos estudar, pode ser formulado de mais de um modo. Prigogine e Stengers, referindo-se aos pré-socráticos, perguntam:

"Is change, whereby things are born and die, imposed from the outside on some kind of inert matter? Or is it the result of the intrinsic and independent activity of matter? Is an external driving force necessary, or is becoming inherent in matter?" (PRIGOGINE e STENGERS, 1984, pag. 291).

Talvez tal formulação peque por ser excessivamente 'fiscalista'. Em um artigo intitulado "A Compreensão Filosófica da Natureza", a Profa. M. Brunelli assim formula o problema:

"Seria a natureza um tipo de realidade não suficiente por si mesma e suspensa a um princípio exterior, ou seria ela uma plenitude auto-suficiente de todas as coisas?" (BRUNELLI, 1976, pag. 117).

Esta formulação, por sua vez, talvez pressuponha que a natureza forme uma totalidade articulada, ou seja, que possamos falar de "a natureza", ao invés de falarmos de "entês" ou "sistemas" individuais. Com efeito, nossa intenção é referir 'auto-determinação' a seres individuais, e não discursar sobre a totalidade da natureza.

Se, por um lado, esperamos ter encontrado em Aristóteles um discurso sobre a auto-determinação no âmbito da natureza, por outro, cremos que o estudo da obra de Aristóteles nesta perspectiva poderá lançar alguma luz sobre o

significado de 'ousía' ("substância"). Pierre Aubenque detectou na ontologia aristotélica um "problema do ser": a investigação sobre os sentidos do ser leva à dispersão do conhecimento em gêneros disjuntos, e o objeto de procura, o ser "eminente", se desloca para a pluralidade de seres do "mundo sublunar" ⁶. Não indicaria isto que a investigação aristotélica é 'de fato' a respeito da auto-determinação dos entes do mundo sublunar ?

Etienne Gilson é cético quanto à univocidade de significado de "substância" ⁷; para ele, cada vez que procuramos o estagirita dizer o que era a substância, encontramos uma resposta sobre o que ela não era. A tarefa de esclarecer Gilson talvez estivesse cumprida por Tugendhat:

"El ser substancia de una substancia no le viene, por así decirlo, 'de fuera', sino 'de dentro'; algo es substancia porque posee un haber proprio e puede ser, por tanto, principio o de sus modos de ser o de sus manifestaciones" (TUGENDHAT, Ti kata tinos - Eine Untersuchung zu Struktur und Ursprung Aristotelischer Grundbegriffe, pags. 38 ss e 67 ss, 'apud' FERRATER MORA, 1980, pags. 3150-3151).

Mas, de certo modo, estamos no mesmo diapásão de Gilson, na medida em que 'auto-determinação', que relacionamos à 'substância', nos aparece como um problema, assim como - na leitura de Aubenque - para o estagirita.

A concepção de um processo auto-determinado encontrou sua expressão teórica mais acabada, na história da filosofia, na Ciência da Lógica de Hegel. Se a tradição pensara a identidade como oposta ao movimento, Hegel, seguindo a trilha de Aristóteles, pensou a identidade como um processo, no qual ela se nega e se identifica com a não-identidade. Temos então, inspirado em Heráclito, ou no evangelho de São João, o 'Lógos' que se auto-determina.

Interessa-nos especialmente, em Hegel, explicitar

⁶ cf. AUBENQUE, 1962, passim.

⁷ GILSON, 1972, pag. 50.

o nexo entre a auto-determinação do 'Lógos' e a sua concepção da natureza sensível: se a natureza é momento de negação do 'Lógos', parece, à primeira vista, que Hegel recai na heteronomia da natureza preconizada por Platão; mas, se para Hegel a negação é uma operação que inclui o termo negado (ao invés de excluí-lo, como no uso comum desta operação), podemos então pensar a autonomia dos seres da natureza e, o que é mais importante, situar a auto-determinação dos seres naturais como um problema teórico.

Mas é apenas no Séc. XX que a 'auto-determinação' se tornará um problema reconhecido e estudado pelas ciências da natureza, sob a designação de 'auto-organização'. Inclusive até meados da 2ª guerra mundial, o ideal científico era fazer corresponder os fatos empíricos com uma linguagem de 1ª ordem, o que excluía o problema da auto-determinação (ou auto-organização), que geralmente só pode ser formalizado em linguagens de maior ordinalidade. Como assinalava Fitch:

"many theories proposed in the empirical sciences can be seen to be of some fairly low finite ordinal level. This is because empirical science is not generally concerned with framing theories(...). A different situation prevails in philosophical research (...)" (FITCH, 1946, *passim*).

Entretanto, este modelo não era suficiente para o tratamento dos problemas mais complexos, como os que emergem na mecânica quântica, e na biologia. Foi justamente no contexto de uma teoria científica sobre a vida que o termo 'auto-organização' começou a ser utilizado, apontando para a possibilidade de uma explicação científica para os fenômenos experimentais ligados à biologia, que não poderiam se enquadrar no paradigma da física clássica. Foram estudados processos ditos 'auto-organizados' em sistemas naturais empiricamente delimitados no espaço e no tempo, ao mesmo tempo em que se construíam modelos formais, na busca

da linguagem apropriada para a explicação destes processos.

Elaborando uma "genealogia da auto-organização", Stengers encontrou em comum, nas diversas teorias que se utilizam da noção, o problema

"de la singularité du vivant par rapport aux objets usuels des sciences dites dures, artefacts ou systèmes préparés en laboratoire" (STENGERS, 1985, pag. 36).

Em 1980, constatava Milan Zeleny:

"we are witnessing an obviously concurrent emergence of a variety of kindred and complementary approaches that are being engaged in the study of self-organizing and spontaneously generated phenomena in physical, biological and social systems. These new concepts, theories and methodologies are likely to receive rather keen attention and scrutiny during the eighties" (ZELENY, 1980, pag.1).

Zeleny prossegue, classificando os "novos conceitos":

- ordem por flutuações, caracterizando o surgimento e evolução das estruturas dissipativas - em referência ao trabalho científico de Prigogine e colaboradores;
- autopoiesis, expressando a primazia da manutenção da unidade e auto-renovação dos sistemas vivos - referência à teoria de Maturana e Varela;
- hiperciclos auto-organizados e auto-reprodutores, que fazem a síntese catalítica de ácidos nucleicos e proteínas complexas - referência à teoria de Eigen e colaboradores;
- ordem social espontânea e regras da conduta humana - referência a, entre outros, F. von Hayek.

Na sua análise, mais recente, da evolução destes programas de pesquisa, Stengers distinguiu "duas linhagens", a linhagem físico-química e a linhagem cibernética⁸, às quais foram dedicados nossos dois últimos capítulos. É interessante anotar que o programa que parece ser mais promissor, aos olhos de Stengers - a vertente "neo-conexionista", que parte do trabalho de Henri Atlan - não houvera sido realçada por Zeleny.

⁸ STENGERS, 1985, pag. 13.

Na linhagem físico química, destaca-se o nome de Prigogine, não só por seus trabalhos na Termodinâmica dos Processos Irreversíveis (disciplina que contribuiu para fundar em 1945), quanto por seus trabalhos atuais na teoria do tempo físico e da irreversibilidade microscópica. Contudo, o ponto de contato entre a termodinâmica e a teoria da vida se localiza no conceito de "estruturas dissipativas", que veio a coroar o trabalho desenvolvido na termodinâmica desde 1945 - e é sobre este ponto que concentraremos nossa atenção, mesmo que, como será indicado, a noção de 'auto-organização' signifique, em Prigogine, algo mais que a formação de "estruturas dissipativas" em sistemas distantes do equilíbrio termodinâmico.

Na linhagem cibernética, levamos em consideração os trabalhos de Francisco Varela e Henri Atlan. Mais que o seu professor Humberto Maturana, Varela tem se preocupado com os problemas lógico-epistemológicos relativos à auto-organização, não se restringindo a uma teoria conceitual sobre a vida - que é a "autopoiesis"; Varela dedicou-se a uma teoria da autonomia, generalização do conceito de 'autopoiesis' para outros sistemas (de natureza física, artificial, social) além dos seres vivos⁹. Atlan, partindo dos trabalhos de Shannon na teoria da informação e do princípio de 'order from noise' proposto por von Foerster, definiu 'auto-organização'¹⁰ como um processo de "complexificação pelo ruído", o que lhe permite utilizar a noção de 'auto-organização' como idéia diretriz de um programa de pesquisa, e experimentação através de simulações de redes de autômatos em computadores - fazendo com que 'auto-organização' deixe de ser o símbolo de certas "experiências de pensamento", e venha afinal a tornar-se paradigma.

⁹ VARELA, 1978, pags. 54-55.

¹⁰ ATLAN, 1979, pags. 39-60.

Não seria justo intitular os nossos esforços no sentido de esclarecer o significado de 'auto-organização' (ou 'auto-determinação') mais que "aproximações", no sentido que nossa abordagem buscou, às apalpadelas, os contornos de um tema que parece ser tão relevante, para o pensamento filosófico, quanto é fugidio. Evidentemente não é oferecida uma "resposta" para o problema, visto que nossas "aproximações" tem por objetivo máximo contribuir para uma formulação mais precisa deste - coisa que, sem dúvidas, antecipará, se bem sucedida, dados para uma "resposta". Tivemos o cuidado de separar com nitidez as duas "aproximações", pois se referem a discursos diferentes; apenas na Conclusão arriscou-se traçar a linha de continuidade entre ambas. Uma das maiores deficiências que se poderá encontrar, na segunda aproximação, é o tratamento de certas teorias científicas na linguagem natural; embora saibamos que o sentido dos conceitos citados é bastante empobrecido quando isolados do instrumental matemático e lógico a que se referem, não tivemos condições de proceder de outro modo.

CAPÍTULO I

O SIGNIFICADO DA SUBSTÂNCIA

1.1 - DAS IDÉIAS ÀS PROPOSIÇÕES

Os primeiros filósofos gregos se interrogaram sobre a natureza. Uma proto-metafísica? Uma mera tradução, para um discurso racionalizante, dos elementos míticos da cultura grega? O importante é que eles formularam problemas sobre a natureza, e sobre a relação homem-natureza, que conservam sua validade heurística através do tempo histórico.

No século V a.C. assistiu-se a uma polarização no pensamento grego: de um lado, a doutrina da mobilidade, de Heráclito, e, de outro, a doutrina da imobilidade, de Parmênides. Havia ainda uma terceira opção, oferecida por Pitágoras e Demócrito. Como sistematiza BRUNELLI:

"Na história deste período, encontramos três tendências principais: a) o ser é tudo e o movimento é aparente (eleatas); b) o modificável é tudo e o ser é aparência (Heráclito); c) a permanência está no ser e o mutável nas relações (pitagóricos e atomistas)" (BRUNELLI, 1976, pag. 118).

Demócrito conciliou a seu modo as filosofias da mobilidade e da imobilidade, formulando uma teoria original que será retomada, futuramente, por Lucrecio e Descartes, entre outros. Na passagem do Caos ao Cosmos, a natureza manifesta o poder de operar transformações imanentes: a chuva primitiva dos átomos, afetada por um desvio aleatório, se transforma em um feixe de turbilhões, os quais, chocando-se uns contra os outros, geram o mundo organizado.

Entretanto, a concepção atomista dos seres como agregados de átomos não era suficiente para a exigência do conhecimento, de possuir um objeto estável e idêntico a si mesmo. Sócrates teria formulado, no âmbito das atividades humanas, a exigência de princípios estáveis para o conhecimento, que se subtraíssem à contingência do mundo empírico.

Platão entendeu que tais princípios seriam as Idéias imateriais.

Platão compatibilizou Heráclito e Parmênides de um modo engenhoso, mas insatisfatório sob o ponto de vista da filosofia da natureza. Para ele, mobilidade e imobilidade pertencem a esferas de realidade rigorosamente disjuntas, o "gênero visível" e o "gênero inteligível"¹. O imutável e apenas o imutável é objeto de conhecimento seguro, pois a inteligência tem sua fonte nas Idéias eternas e para elas se dirige.

No contexto platônico, para explicar os fenômenos naturais é preciso se deslocar para o mundo ideal, no qual repousam os princípios que regem os primeiros. Como assinala BRISSON,

"A própria mudança não tem sentido senão em relação à eternidade das formas inteligíveis, da qual é a imagem" (BRISSON, 1974, pag.111, 'apud' BITAR, 1977).

Como consequência, não só não há, em Platão, uma ciência da natureza, como professa ele uma concepção heteronômica da natureza, pois desloca para o mundo ideal os princípios de organização do mundo sensível.

A reorientação filosófica que marca o Platão dito 'maduro', no Sofista e no Parmênides, não parece ser suficiente para modificar sua concepção da natureza. A dialética das Idéias está restrita à esfera das próprias Idéias, e nada há que indique que Platão tivesse a intenção de estender a comunicabilidade entre as Idéias até uma comunicabilidade entre as duas esferas, além dos limites das teorias da presença e da participação.

Sem dúvida, pode-se reivindicar, com LIMA VAZ²,

¹ PLATÃO, A República, VI, 509a-511c.

² LIMA VAZ, 1968, pag.33.

que Platão introduziu o movimento no seio do ser inteligível; mas este movimento é o movimento da inteligência humana em direção das Idéias, e não o movimento natural ao qual se referia Heráclito. Sendo assim, quando LIMA VAZ afirma que

"se o conhecimento é de alguma maneira uma ação, a consequência necessária é que o ser conhecido sofra esta ação. E, neste sentido, enquanto conhecido é movido" (LIMA VAZ, 1968, pag.35)

deve-se entender que o movimento do ser conhecido só ocorre na própria inteligência que conhece, e não na natureza. O movimento natural permanece incognoscível, mesmo para o Platão maduro, só podendo ser objeto da opinião.

Um dos principais motivos da filosofia aristotélica é a crítica à divisão do real em duas esferas, operada por Platão. A ciência situar-se-ia no mundo dos universais inteligíveis, enquanto o mundo sensível dos seres individuais seria deixado à opinião. Aristóteles pretende reconstruir a unidade do real, sem abandonar as exigências da ciência. Expressar epistemicamente o real em sua unidade, tal parece ser o problema a ser resolvido por suas obras Categorias e Da Interpretação³.

A resposta ao dualismo platônico seria simples: o pensamento humano, ao distinguir entre princípio e aparência, necessariamente divide o real em duas esferas. Aristóteles não pretende negar que isto ocorra, mas propor um meio de reunificação. À primeira operação seguir-se-ia uma

³ Utilizaremos as seguintes abreviações para as obras de Aristóteles citadas:

CAT. - Categorias

DA INT. - Da Interpretação

TOP. - Tópicos

MET. - Metafísica

FIS. - Física

GER CORR. - Da Geração e Corrupção

segunda, pela qual os termos disassociados seriam copulados. O passo decisivo é constatar que a linguagem natural, ao unir dois termos em uma proposição, espontaneamente opera a reunificação dos dois mundos. Tal solução segue o caminho do próprio Platão maduro, que compreendera que o juízo não só divide como também reunifica e buscara uma concepção de identidade que comportasse a diferença.

As proposições trazem consigo, portanto, a dimensão da mobilidade e da imobilidade. O pensamento é um movimento que distingue termos e os reunifica na proposição, que distingue proposições e as reunifica no silogismo; mas tal atividade não se perde na fluidez da linguagem natural, levemente utilizada pelos sofistas, porque Aristóteles põe regras de correção formal e procura estabilizar o significado das palavras. A episteme aristotélica obterá esta estabilidade no seio da mobilidade: o discurso sustentar-se-á por uma atividade própria, sem possuir de antemão um caso no qual se ancore, daí a necessidade de disciplinar-se.

Aristóteles abandona o tom narrativo na filosofia, e assume a responsabilidade pelo uso da linguagem. As proposições são articuladas pelo pensamento, são produtos da atividade do pensamento e não porta-vozes dos Princípios que se impõem por si mesmos. O tom declarativo afirmativo é o modelo do uso responsável da linguagem, e é a via privilegiada de acesso à natureza, pois esta também é concebida como movimento ordenado, tal e qual o discurso.

Se a filosofia não lida diretamente com o real, mas com termos e proposições, como, lidando com estes, trazer neles o real? Pode ser assim formulado o ponto de partida de uma investigação que rumo para o real.

A noção de ὄρασις será o fio condutor da investigação: é uma palavra especial, bifronte, voltada ao mesmo tempo para o real e para o discurso, e, por isso, meta-estável, suscetível de adquirir novos significados ao longo da busca.

A possibilidade de correspondência entre o discurso e o real deve-se, para Aristóteles, à mediação das "afecções da alma" ⁴. As palavras são "signos" das afecções da alma, e as afecções da alma "representam" o real ⁵.

Nas Categorias, capítulos I a V, podemos compreender a substância primeira como marco inicial de um processo de conhecimento. Ela assinala, provisoriamente, um objeto dado que se pretende conhecer, encerrando potencialmente tudo o que poderá vir a ser conhecido. Está na ordem do pensável; não é a coisa visada, mas o ato do pensamento ao indicá-la, daí Aristóteles eventualmente usar o "isto" (τόδε τι) em seu lugar.

Prosseguindo o processo de conhecimento, o pensamento superpõe, à substância primeira, um certo predicado universal. Para compreendermos esta operação, temos que nos reportar à distinção aristotélica entre "estar presente em um sujeito" e "ser predicado de um sujeito" ⁶. Tal distinção parece, à primeira vista, obscura, pois o critério utilizado para estabelecê-la não é explicitado. Uma leitura atenta, entretanto, concluirá que "aquilo que está presente em um sujeito", os atributos próprios ou acidentais, são as características atribuídas ao sujeito (substância primeira) pela experiência sensível ou mental; e "o que é predicado de um sujeito", as substâncias segundas (gênero, espécie) ou as categorias (exceto substância) são os universais inteligíveis nos quais o sujeito é inserido.

O que ocorre, então, ao se superpor um predicado à substância primeira? Primeiramente, um efeito semelhante ao dualismo platônico: de um lado, a infinidade de atribuições possíveis que a substância primeira traz consigo;

⁴ ver AUBENQUE, 1962, pag.107.

⁵ DA INT., I, 16a 1-10.

⁶ CAT., II, 1a-2a; ver também VUILLEMIN, 1971, pags.11-19.

de outro, a imutabilidade dos universais inteligíveis. Em um momento subsequente, nota-se que há algo de universalidade inteligível na substância primeira, e que há algo de individualidade empírica na substância segunda, que é justamente o que permite a cópula entre ambas. Se não existisse tal 'abertura', todas as proposições seriam falsas.

Um certo tipo de interação entre sujeito e predicado é especial para Aristóteles, pois é o que melhor denota o real uno, no qual princípio e fenômeno estão indissoluvelmente unidos: a essência ($\tau\acute{\iota}\ \acute{\epsilon}\sigma\tau\iota$). A expressão linguística da unidade do real é, portanto, obtida pela ligação de dois termos, e não imediatamente por um único termo.

Aristóteles usa um aparato gramatical para distinguir a essência em meio aos diversos tipos de proposições declarativas afirmativas⁷:

- a) definição da espécie
 Sujeito: Substância Segunda (Espécie)
 Predicado: Subst. Segunda (Gênero)+ Diferença Específica
 Denota: a Espécie
- b) definição de um indivíduo (nome)
 Sujeito: Substância Primeira
 Predicado: Substância Segunda (Espécie)
 Denota: a Essência
- c) atribuição essencial
 Sujeito: Substância Primeira ou Segunda
 Predicado: Categorias, exceto Substância
 Denota: o 'proprium'
- d) atribuição accidental
 Sujeito: Substância Primeira ou Segunda
 Predicado: Categorias, exceto Substância
 Denota: os Acidentes

As proposições afirmativas declarativas ligam um termo da esfera da experiência com um termo da esfera ideal. São ditas 'verdadeiras' quando a ligação que promovem expressa uma ligação entre fenômeno e princípio a nível da

⁷ esta classificação foi primeiramente elaborada por Porfírio, com base em CAT.I-V; GUTHRIE, 1981, pag.146-149, completou-a com TOP. I.

realidade, e falsas quando operam, na linguagem, uma união que não exista na realidade. Vejamos porque a essência é melhor denotada pela 'definição de um indivíduo'. A cada cada tipo de proposição corresponde um tipo de cópula: a) na definição da espécie ocorre algo como uma repetição viciosa, pois a amplitude de significado do sujeito é igual à do predicado⁸; b) na definição de um indivíduo há algo como uma intersecção entre as amplitudes de significado do sujeito e do predicado, i.é., o conteúdo semântico da intersecção já estava contido uma vez no sujeito e uma vez no predicado - mas tal intersecção não é viciosa, pois, por um lado, permanecem em potência no sujeito os atributos não denotados na cópula predicativa, e por outro, o predicado ainda pode ser aplicado a outros sujeitos (o que não ocorre no caso a); c) na atribuição essencial há uma relação de contiguidade entre sujeito e predicado. i.é., a região de intersecção é vazia, mas há uma superfície de contato; d) na atribuição accidental, não há relação intrínseca entre o conteúdo semântico do sujeito e do predicado.

Tomando as proposições do tipo 'definição de um indivíduo' como base, a linguagem teria poder máximo, pois poderia incursionar tanto nos domínios da experiência quanto das Idéias. Entretanto, Aristóteles preferiu desenvolver a lógica demonstrativa tomando como base a 'definição da espécie', talvez porque esta oferecia menores dificuldades técnicas, especialmente quanto à conversão à primeira figura. Mas seria a teoria do silogismo o ponto de chegada da investigação aristotélica? Ou, pelo contrário, não é uma vertente que se esgota e torna necessário o desenvolvimento do potencial da linguagem 'por outros meios'?

A teoria da demonstração recai na 'repetição viciosa', porque sub-repticiamente passou-se para a esfera do

⁸ a terminologia pouco usual deste parágrafo tem como objetivo evitar a aplicação de uma análise extensional à lógica aristotélica, embora esteja aí nossa inspiração.

puro inteligível. Ao máximo de rigor intelectual corresponde uma perda de significação. Uma constatação semelhante a esta pode ter levado Aristóteles a passar da lógica ao mundo dos entes que se manifestam 'para-nós', trazendo na bagagem a sabedoria lógica, i.é., a competência para ir do individual empírico ao universal inteligível e aí permanecer, transitando entre gêneros e espécies, mas também a sabedoria da impotência do pensamento puro.

Aristóteles recusa tanto a busca infinita da essência (procedimento relegado à 'dialética') quanto o completo fechamento do pensamento sobre si mesmo. Tal fechamento não se opera por dois motivos: a) o rigor é um passo na busca do real, e não um fim em si mesmo; b) a "essência" empobrecida que circula no silogismo deixa de lado os atributos essenciais⁹, que podem e devem ser recuperados pelo discurso (o que não ocorre com os infinitos atributos accidentais).

Aristóteles sabe que algo se perde nas proposições do tipo 'definição da espécie' (que sequer são verdadeiras proposições, conforme entendemos as proposições, pois na 'definição da espécie' o sujeito é uma substância segunda), mas não está, nos textos lógicos, preocupado em incluir na definição tudo o que existe. Torna-se preciso escrever uma outra obra em que a preocupação seja a plenitude de significação, e esta obra é o conjunto de textos que foram intitulados "Metafísica"¹⁰.

⁹ GUTHRIE, 1981, pag. 147, caracteriza o que é um atributo essencial ou 'proprium': "A proprium is a single attribute which belongs necessarily to the subject, and to nothing else, but is not a part of its essence and therefore not included in the definition".

¹⁰ AUBENQUE, 1962, pages.28-44, tem uma discussão sobre o título 'Metafísica'.

1.2 - A ATUAÇÃO DA FORMA

Nos seus textos lógicos encontramos um Aristóteles despreocupado com o que se perde na definição. De fato, o método demonstrativo é suficiente para as ciências classificatórias (zoologia, botânica), onde a determinação das 'infima species' é o grau máximo de significação pretendida. Os "indivíduos indistinguíveis" não são indivíduos empíricos, com sua infinidade de atributos, mas exemplares quaisquer de uma espécie mínima universal¹¹, que não se distinguem entre si porque são tratados como se não possuíssem atributos.

Mas a substância, compreendida na lógica como essência, só nos manifesta sua existência acompanhada de atributos. Como salienta ROSS, que a substância seja entendida na lógica como tendo essência independentemente das demais categorias,

"cela na veut pas dire qu'elle puisse exister sans elles tandis qu'elles ne peuvent pas exister sans elle. Une substance dépourvue de qualités est aussi impossible qu'une qualité sans substance"(ROSS, 1930, pag.231).

Haveria uma inteligibilidade própria do manifestar-se para-nós da substância, ou deveria a inteligência se limitar às 'infima species'? A 'Metafísica', especialmente o livro Z, no qual nos deteremos, mostra que surgiu para Aristóteles a exigência de que os atributos individuais manifestassem-se no discurso. Dever-se-ia alargar as fronteiras da 'episteme'.

O objeto de estudo da 'Metafísica' é gerado por uma transformação na linguagem: na lógica, 'ser' é um verbo privilegiado, que tem a função de copular os termos sujeito e predicado; na 'Metafísica', Aristóteles substanti-

¹¹ cf. As Partes dos Animais, 644a 24, 'apud' GUTHRIE, 1981, pag.215.

va o verbo 'ser': de elemento de ligação dos termos na proposição, torna-se o objeto de estudo. Nesta mudança, notamos a preocupação em estender os limites da inteligibilidade até onde houver algo definível, para tal não hesitando em lançar mão de recursos 'dialéticos' ¹².

Os temas básicos da 'Metafísica', que confluem para o livro Z, são: a) o(s) sentido(s) do ser enquanto ser ($\tau\omicron\ \acute{\omicron}\nu\ \eta\ \acute{\omicron}\nu$); b) o ser (absolutamente) separado - que estudaremos mais adiante, no nosso item 1.4.

A pergunta pelo sentido do ser conduz Aristóteles a duas tarefas: incorporar os atributos essenciais à essência lógica, desvendando assim o que é o 'ser para nós' ($\tau\omicron\ \acute{\omicron}\nu$; geralmente denominado "ente"); selecionar qual a causa que melhor se identifica com o 'ser para nós', o que lhe possibilitará passar do 'conhecido para nós' ao 'conhecido em si' ¹³.

Com vistas à clareza de nossa análise, precisamos distinguir três níveis do discurso aristotélico, e duas passagens entre eles. Os três níveis são: a substância no plano lógico, a substância no plano do 'ser para nós' (geralmente chamado de plano 'existencial') e a substância no plano do 'ser em si'; a primeira passagem é do plano lógico ao plano do 'ser para nós', e a segunda passagem é do plano do 'ser para nós' ao 'ser em si'.

A primeira passagem se completa no livro Z, e a segunda se inicia também no livro Z, desenbocando nos últimos livros da 'Metafísica' e nas obras físicas.

A pergunta condutora da primeira passagem é: "o que é o ser?" ¹⁴, i.é., o que é o 'ser para nós'? Se concordamos com AUBENQUE em que a maior parte das análises levadas a cabo na 'Metafísica' dizem respeito ao ser móvel do

¹² sobre o caráter 'dialético' da ontologia aristotélica, ver AUBENQUE, 1962, pags.494-496.

¹³ cf. o "caminho natural" proposto na FIS.I,1,184a.

¹⁴ MET.Z,1028b 2-4, comentado por GUTHRIE,1981, pag.204.

mundo sublunar,¹⁵ podemos desdobrar a pergunta em: qual a inteligibilidade daquilo que se manifesta para nós? Os critérios para a resposta já estariam na pergunta: satisfação das exigências de perceptibilidade e inteligibilidade. Tais critérios seriam não só compatíveis, como complementares; com efeito, a experiência se apresenta para Aristóteles carregada de inteligibilidade, e a inteligibilidade está encarnada no mundo sensível. Sendo assim, a passagem para o plano existencial não dispensa Aristóteles de prosseguir as operações do pensamento iniciadas em sua lógica, antes as refina.

O livro Z abre-se com uma referência ao esquema¹⁶ que dá os sentidos possíveis do ser:

- a) ser por essência ou por acidente;
- b) ser conforme as figuras da predicação (categorias);
- c) ser como verdadeiro ou falso;
- d) ser em ato ou ser em potência.

As acepções 'ser por acidente' e 'ser como falso' são facilmente eliminadas já no livro E¹⁷: o ser accidental não tem causa definível, e o ser falso não existe nas coisas mas apenas na mente. Resta para o livro Z resolver o mais difícil: articular a essência com as categorias, e encaminhar o problema do ser em potência ou em ato, tratado nos livros H e Θ. O programa desta tarefa já havia sido mencionado anteriormente¹⁸: trata-se de "considerar o ser enquanto ser, ou seja, ao mesmo tempo sua essência e os atributos que lhe pertencem enquanto ser". A tarefa será cumprida mediante um novo tipo de predicação, que intitula remos 'redefinição'.

Na redefinição, a essência lógica se amplia, absorvendo os atributos "por si", isto é, os atributos essen

¹⁵ cf. AUBENQUE, 1962, pag. 42.

¹⁶ apresentado em MET.Δ, 7, 1017a.

¹⁷ MET.E, 1026b 31-33 e 1027b 25-28.

¹⁸ em MET.E, 1, 1026a 30.

ciais, agora considerados não apenas como características empíricas eventualmente 'presentes em um sujeito', mas como atributos cuja enunciação requer a enunciação ou o nome do sujeito. Explica Aristóteles:

"comme du mâle dans l'animal, de l'egal dans la quantité, et comme tout prédicat qui est dite par soi appartient à une chose, j'entends par là les attributs dans la définition desquels entre l'enonciation ou le nom de ce dont l'attribut est l'état, et qui ne peuvent être exprimés séparément du sujet: le blanc, par exemple, peut bien être abstrait de l'homme, mais non de la femelle, de l'animal " (MET.Z, 5, 1030b 20-25, tradução de TRICOT 19).

AUBENQUE ²⁰ entende que só se pode distinguir as atribuições essenciais das acidentais quando o movimento do sujeito de algum modo se extinguiu (detenção, morte) e o fluxo indefinido de seus atributos se coagulou.

Incorporar os atributos essenciais à essência é sinônimo de articular as essências com as categorias; na estrutura da redefinição, as categorias são predicadas ao modo da substância segunda (como universais), denotando o 'ser para nós':

e) redefinição

Sujeito: Substância Primeira ou Segunda

Predicado: Categorias, predicadas como Subst. Segunda

Denota: o 'ser para nós'

A diferença entre a redefinição e a atribuição essencial é que na redefinição as categorias são predicadas como Substâncias Segundas. Aristóteles esclarece esta peculiaridade ²¹ dizendo que as categorias podem ser predicadas como substâncias segundas não de modo absoluto, mas derivado, assim como pode-se dialeticamente dizer que o Não-Ser é, não porque ele seja absolutamente, mas porque é uma noção que diz respeito ao Ser.

¹⁹ em ARISTOTE, 1953; ver comentário de TRICOT à pag. 358.

²⁰ AUBENQUE, 1962, pags. 467-472.

²¹ em MET.Z, 4, 1030a 20-25; ver comentário de TRICOT em ARISTOTE, op.cit., pag. 364.

Não se trata de simplesmente adicionar os atributos à essência lógica, pois neste caso se recairia em infinita repetição ²². A enunciação dos atributos que acompanham a essência deve ser feita na própria definição, motivo pelo qual chamamos a nova concepção de definição de 'redefinição'. Aristóteles assim a indica:

"Ne peut-on pas dire que la definition, elle aussi tout comme la essence, reçoit une multiplicité de significations ? L'essence d'une chose, en effet, signifie, en un sens, la Substance et l'être déterminé, et, en un autre sens, chacun des prédicaments, quantité, qualité et autres modes de cette nature" (MET.Z, 4, 1029a 15-20); e "c'est à la même opération de l'esprit qu'il appartient de faire voir clairement, à la fois, l'essence et l'existence de la chose" (MET.E, 1, 1025b 15).

O 'ser para nós' será, portanto, a própria essência lógica, que integra, por assim dizer, 'organicamente', e não por soma, os atributos essenciais, individualizando-os a ponto de eliminar o problema da indiscernibilidade entre os indivíduos. Mas a transformação da essência lógica no 'ser para nós' conserva um núcleo invariante, que é justamente a chamada quididade (τί ἢν εἶναι), ou "essência da essência". Como bem explica AUBENQUE ²³, a 'quididade' designa "não só o que o ser era antes da adjunção dos atributos acidentais, mas também o que o ser era antes da vinda dos atributos por si, que terminam por serem reconhecidos como pertencentes à essência". A quididade só pode ser identificada no acabamento da operação, embora já estivesse presente na essência lógica potencialmente. Em suma, a essência lógica continha em potência aquilo que a individualiza; não era pura forma sem conteúdo (exceto no caso da 'definição da espécie', que gerara uma 'pseudo-essência'),

²² Todo o capítulo 5 de MET. Z é dedicado à prevenção de tal risco.

²³ AUBENQUE, 1962, pags.464-466. Ver também o comentário de TRICOT em ARISTOTE, 1953, pag. 23, nota nº 3.

mas só quando finda a redefinição viremos a saber sobre este conteúdo.

A preocupação de Aristóteles em continuar as operações lógicas ao longo da 'Metafísica' nos mostra que o estagirita não pode ser compreendido como um empirista 'à la Hume'. O 'ser para nós' é gerado por uma operação do pensamento sobre seus próprios resultados, o que explica a existência de uma série de termos parcialmente redundantes no texto aristotélico: substância, essência, ente, quiddidade. O significado destes termos é meta-estável, pois eles intercambiam-se entre si, embora mantenham certas diferenças 'verticais', relativas ao nível do discurso, que temos procurado ressaltar.

As ciências teóricas em Aristóteles pressupõem as construções do pensamento dos textos lógicos e da 'Metafísica'; longe de se reduzirem a uma estrutura de 1ª ordem, as teorias podem ser vistas como ramificações do problema da substância, o qual se articula, como propusemos, em três níveis ordinais que se superpõem.

Uma questão que gera confusão entre leitores, tradutores e comentadores do texto aristotélico é a superposição de termos co-extensivos, relacionada com o problema da substância. Porque Aristóteles não economizou terminologia? Ora, tal tipo de questão mostra desconhecimento do núcleo problemático da investigação aristotélica. Se o pensamento, operando sobre seus produtos, manifesta novos conteúdos, é preciso que cada novo produto seja ao mesmo tempo repetição e inovação em relação ao que lhe precede. Que lógica é esta, que abandona a repetição viciosa do silogismo, mas não obtém o mesmo rigor? Porque Aristóteles lançou-se no campo da dialética? Talvez o próprio real se articule além dos silogismos viciosos, e aquém do acaso dos acidentes, em uma processualidade na qual a repetição não exclui a manifestação de conteúdos latentes, em que a estabilidade não

exclui a mobilidade. Se tal empresa conseguir expressar a lógica do real, a perda do rigor não terá invalidado a investigação. Mas, que 'real' é este? Esta pergunta nos conduzirá em nosso acompanhamento da trajetória de Aristóteles. O 'real' por ele buscado é sem dúvida o ser mais eminente, o divino, que será entendido como "Primeiro Motor"; mas o 'real' por ele encontrado 'de fato' é a realidade do mundo sublunar, à qual ele é carregado por força das aporias que envolverão a teoria do Primeiro Motor, e por força do seu ponto de partida - o pensamento ativo que trabalha a linguagem, e o critério da experiência ²⁴. Nossa proposta será mostrar e defender que, se a lógica procurada, a lógica do Primeiro Motor, se revela inacessível sob o ponto de vista da inteligência e da experiência humanas, a lógica encontrada, lógica da auto-subsistência dos seres móveis do mundo sublunar, pode ser entendida como 'lógica da auto-determinação'.

Construída a noção de 'ser para nós', pode-se agora procurar aquilo com o que o 'ser para nós' se identifica, a nível do 'ser em si'. Em nosso esquema, temos então a passagem do plano existencial para o plano real. A procura, que se desenvolve no livro Z, parte de quatro hipóteses, sistematizadas por GUTHRIE ²⁵:

- a) identifica-se com a quiddidade;
- b) identifica-se com o universal
- c) identifica-se com o gênero;
- d) identifica-se com o substrato ou sujeito, que cobre três coisas: a matéria, a forma ou o todo composto.

A partir dos critérios de perceptibilidade e inteligibilidade, que ainda perduram, Aristóteles procede a uma série de eliminações, que conduzirão à resposta procurada. Tais eliminações pressupõem certas noções expostas em

²⁴ Devemos a AUBENQUE, 1966, passim, diversos pontos desta linha de argumentação, que serão citados oportunamente.

²⁵ GUTHRIE, 1981, pags. 208-220, especialmente pag.209, com uma ressalva: Guthrie usa 'essência' no item a, mas usa mos 'quiddidade', por ser a tradução de TRICOT.

suas obras físicas, o que nos leva a supor, com Werner Jaeger, que a Física teria sido escrita antes da 'Metafísica'.

Os universais são eliminados porque, sendo forma sem matéria, não são perceptíveis na experiência. O gênero, que é um tipo de universal, é eliminado pelo mesmo motivo.

A noção de 'sujeito' está aqui fora de contexto ; corresponderia à matéria ou ao composto, como afirma BONITZ²⁶. A matéria não atuada pela forma²⁷ corresponde a atributos acidentais, que são (potencialmente) infinitos, logo não-definíveis, logo ininteligíveis. O todo composto também é inesgotável pela racionalidade definidora, mesmo com recursos dialéticos, por conter boa dose de matéria não atuada pela forma, e por isso é eliminado.

Restam a quiddidade e a forma. Mas ambas são idênticas: a quiddidade, sob o ponto de vista das operações do pensamento, e a forma, sob o ponto de vista das causas do 'ser em si', referem-se à mesma coisa²⁸. Tal identidade da quiddidade e da forma é que permite a passagem do plano do 'ser para nós' para o plano do 'ser em si': o 'ser para nós', distinguível por sua quiddidade, é (principalmente) forma. O "principalmente" deve-se a que a forma é entendida não só como causa eterna, mas sobretudo como atuação sobre a matéria, e como tal inseparável da matéria sobre a qual atua. O máximo definível, a quiddidade, se identifica com a forma na medida em que esta atua a matéria, ao contrário do platonismo, onde as Idéias são imediatamente o ser plenamente cognoscível, e a matéria não desempenha nenhum papel construtivo na cognição.

A relevância da causa formal está em que ela é tanto inteligível (Εἶδος) quanto estruturante do 'ser em si'

²⁶ 'apud' TRICOT, em ARISTOTE, 1953, pag.353, nota nº 3.

²⁷ cf. MET.Z, 3, 1029a 20-21.

²⁸ cf. MET.Z, 7. 1032b 30, e 1041b 25.

(μορφή). A forma é o princípio que assegura a identidade do pensamento com o 'ser em si', e a identidade dos seres consigo mesmos. Os seres "subsistem independentemente" da inteligência humana e da inteligência divina porque contêm em si sua causa, a forma, e porque a forma atua sobre a matéria.

A identidade de quiddidade e forma evita a aparição de explicações concorrentes sobre o mesmo objeto, e assegura a unidade do objeto definido. Como escreve Aristóteles,

"Si donc une différence d'une différence se trouve atteinte à chaque étape, une seule, la dernière, sera la forme et la substance(...)il n'y a pas de rang dans la substance" (MET.Z, 12, 1038a 25, trad. TRICOT).

Esta citação é muito sugestiva, pois confirma a interpretação da quiddidade feita por AUBENQUE. O pensamento precisa de várias "etapas" para definir uma substância, mas isto não significa que a substância esteja seccionada em "degraus"; o que ocorre é que temos uma série de operações que é determinada pelo último termo da série: a nível do pensamento, pela predicação feita na 'redefinição', a nível do 'ser em si', pela detenção ou morte. O conhecimento é possível desde que se consiga estabelecer um paralelo entre as duas séries; o objeto do conhecimento, a substância (ou a atuação da forma da substância) é complexo, mas compõe uma unidade a ser devidamente sintetizada na teoria.

Os atributos essenciais são simultaneamente forma em atuação e matéria organizada; são inteligíveis, em número finito e cognoscíveis 'a posteriori'. As categorias podem ser compreendidas como as classes de atuação da forma na matéria. Como a variação dos sentidos do ser se mostra inevitável (e este é um dos principais pontos do livro de

AUBENQUE ²⁹), mas não se pretende perder a inteligibilidade de do ser no seio da infinidade de acidentes, é preciso fixar quais os atributos inseparáveis de um dado ente, e quais os puramente contingentes. A tábua de categorias não é esta fixação, que é de resto impossível, pois os atributos essenciais variam de indivíduo a indivíduo, mas sim um método de predicção que possibilita a detecção dos atributos essenciais em cada caso individual.

O que garante a individuação é a presença da matéria nos entes; não a matéria desorganizada, que apenas prejudica a inteligibilidade, mas a matéria organizada, que se confunde com a atuação da forma. Há várias passagens em Aristóteles que mostram a identidade da forma em atuação e da matéria organizada ³⁰:

"la matière est, en un sens, dite part d'une chose, tandis que, en un autre sens, elle n'est pas, et, dans ce dernier cas, sont seulement parties les éléments qui entrent dans la définition de la forme" (MET.Z, 10, 1035a, trad. TRICOT);

"il est superflu de réduire de cette façon toutes choses aux Idées et de supprimer la matière, puisqu'il y a sans doute des êtres dont l'essence est d'être de telle forme réalisée dans telle matière, ou qui sont telle matière possédant de telle façon telles qualités" (MET.Z, 11, 1036b, 20, idem);

"Et puisqu'il faut que la chose soit donnée d'abord et qu'elle existe, il est évident que la recherche porte sur la matière: pourquoi telle matière est-elle telle chose? Par exemple, ces matériaux sont une maison, pourquoi? Parce que la quiddité de la maison leur appartient comme attribut.(...) Par conséquent, la recherche du pourquoi, c'est la recherche de la cause, et cette cause est la forme, en vertu de quoi la matière est une chose déterminée" (MET.Z, 17, 1041b, ibidem).

²⁹ cf. AUBENQUE, 1962, Primeira Parte, Capítulo II, pags. 94-250.

³⁰ ver também AUBENQUE, op.cit., pags. 478-479.

Nos estudos da "geração substancial", a causalidade de recíproca de forma e matéria mostra-nos que todo ser existente provém da intersecção entre uma possibilidade da matéria (segunda) e o tipo de atuação da forma. Um ente só vem à existência se houver uma fusão de forma e matéria; no caso das gerações acidentais, violentas ou técnicas, há uma fusão mal sucedida, que impede que o ser gerado seja auto-subsistente. Aristóteles dedica o capítulo 8 do livro Z à elucidação da fusão da forma e da matéria, como indica o trecho famoso:

"Y a-t-il donc quelque sphère en dehors des sphères sensibles, ou quelque maison, en dehors des briques ? Ne faut-il pas dire plutôt qui, s'il en était ainsi, tel être particulier ne pourrait jamais naître ?" (MET.Z, 8, 1033b 20, trad. TRICOT).

Na passagem da potência ao ato ³¹, há uma invariância, paralela à invariância nas operações do discurso: algo que a matéria já continha potencialmente é atualizado pela causa formal, permanecendo na forma acabada. A natureza é tal que em todo movimento bem sucedido ocorre uma invariância deste tipo; na geração, se o 'encaixe' não for bem sucedido, o ser gerado será deficiente.

Estamos já capacitados para completar a passagem ao plano do 'ser em si'. A nossa noção de 'forma em atuação' corresponde, na terminologia aristotélica, à "energia" (ἐνέργεια), cuja tradução para o português seria "o em obra" ³². Enquanto princípio do 'ser em si', a forma é uma atuação sobre a matéria que conduz à perfeição da própria forma (ἐντελέχεια); por isso, não é impróprio afirmar que a forma é um princípio de auto-determinação. Mas, não poderia ocorrer que, ao invés de se par

³¹ cf. MET.H, 1045a 30; TRICOT, em ARISTOTE, 1953, pag. 476, nota nº1, assim explica esta passagem: "L'unité de la matière et de la forme (...) n'a besoin d'aucune explication que la quiddité même de ces deux termes".

³² usada por CAVALCANTE DE SOUZA, 1979, passim.

tir da forma em atuação, nosso ponto de partida fosse a forma acabada, que de algum modo imantaria os entes do exterior? Neste caso, a forma não seria um princípio de auto-determinação, mas de heteronomia da natureza, como as Idéias platônicas. Para decidirmos qual a preferência de Aristóteles a respeito do assunto, teremos que penetrar na estrutura do 'ser em si', estudada nos últimos livros da "Metafísica" e nas obras físicas.

O livro Λ classifica três tipos de substâncias³³:

- a) substâncias sensíveis corruptíveis: os corpos em geral, inclusive os seres vivos;
- b) substâncias sensíveis não-corruptíveis: os astros;
- c) substância não sensível e não corruptível: o Primeiro Motor.

Segundo AUBENQUE³⁴, a 'substância não sensível e não corruptível', i.é., o ser divino, é o objeto procurado mas não atingido pela investigação aristotélica sobre o ser. Porém,

"si le divin n'exhibe pas l'unité que l'ontologie dans sa recherche; l'unité de l'être divin, si elle n'est pas le principe constituant du sensible, n'en demeure pas moins, le principe régulateur de la recherche ontologique de l'unité. Toute la démarche de l'ontologie aristotélicienne vise à reconstituer, par le détour spontané du langage ou par des médiations plus savantes de la dialectique, une unité dérivée qui soit comme le substitut, dans le monde sublunaire, de l'unité originária du divin" (AUBENQUE, 1961, pags. 404-405).

Assim, a palavra $\theta\upsilon\sigma(\alpha$ ³⁵, apesar de sua origem divina, torna-se "um dos raros termos utilizados por Aristóteles tanto para falar das realidades sublunares quanto da realidade divina, sem que nada indique que esta comunidade de denominação seja apenas metafórica ou analógica".

³⁴ Nos próximos parágrafos seguiremos e citaremos AUBENQUE, 1962, pags. 404-408.

³⁵ que AUBENQUE, op.cit., traduz sempre por 'essence', mas que nós, seguindo TRICOT, traduzimos por 'substância', reservando 'essência' para a essência lógica.

Pergunta, então, AUBENQUE:

"Que signifie donc, dans le monde sublunaire, le mot $\alpha\upsilon\tau\acute{\alpha}\nu\tau\alpha$? Il ne signifiera pas autre chose que l'acte de ce qui est, l'achèvement de ce qui est donnée dans l'accomplissement de la présence(...), l'entéléchie. Seulement, dans le monde sublunaire, ce acte n'est jamais pur, il est toujours mêlé de puissance, parce qu'aucun être du monde sublunaire n'est à la rigueur immobile. N'étant pas immobile, il ne se livre qu'à un discours multiple, qui essaie de ressaisir par un détour l'unité toujours fuyante de son objet. Ce détour, nous avons vu qu'il résidait dans la proposition,..." (AUBENQUE, 1962, pag.406).

A conclusão de AUBENQUE está em suas duas páginas seguintes:

"Est-ce à dire, pour autant, que l'essence se dégrade et finalement disparaît dans la multiplicité que la matière impose aux êtres du monde sublunaire ? Ce serait là la tentation du théologisme, qui fut celle de Parménide et de Platon, et qui dénierait toute réalité à ce qui n'est pas être purement et simplement. Aristote constate, au contraire, que l'essence reste présente dans le monde sublunaire, non seulement sous forme d'image ou de reflet, mais encore en elle-même, en soi et pour soi" (AUBENQUE, 1962, pag.407).

Entende ainda AUBENQUE que a imanência das Idéias no sensível, em Platão, "significa que uma coisa está dentro de outra, logo que ela não se basta a si mesma, que ela tem seu centro fora dela mesma"; para Aristóteles, os entes sensíveis estão "separados" em sentido diferente da separação das Idéias em relação ao mundo sensível - "o sensível, tendo sua essência em si mesmo, e não mais em outra coisa, será 'separado' no sentido em que separação significa subsistência".

A análise de AUBENQUE está, contudo, centrada nos aspectos aporéticos do pensamento de Aristóteles, que te-

riam sido escamoteados pela tradição, que o interpretou com um filtro platonizante. AUBENQUE não esteve preocupado em tirar as consequências 'positivas' das aporias enfrentadas pela teologia aristotélica. Parece-nos que a principal consequência 'positiva' seria aproximar a noção de 'energeia' da noção de 'prática' (ou, segundo TRICOT, que citaremos à frente, de 'ação imanente'). Tal noção, explicitada na Ética à Nicômaco, poderia ser interpretada sem antropomorfismo, como um paradigma do 'ser em si'; expressaria qualquer processo auto-determinado (os quais, é certo, ocorrem com maior nitidez na escala humana que na escala animal, e na escala animal que nos seres inanimados). Entretanto, AUBENQUE³⁶ entende que a 'energeia' é o resultado de uma atividade, no que, parece-nos, seria um quase-sinônimo de 'enteléquia'. Em uma nota ao pé de página, ele nos lembra que em outras passagens Aristóteles usa 'energeia' no sentido que TRICOT chamou de 'ação imanente':

"Aristote semble réserver la notion d'acte à un autre usage; en opposant l'acte au mouvement, il songe à des actes qui ne seraient qu'actes, c'est-à-dire où l'achèvement ne serait pas le resultat d'un processus, mais se confondrait avec l'activité elle-même; tel serait le cas de la vue, de la pensée, de la vie; c'est la même chose de voir (présent) et d'avoir-vu (parfait), de penser et d'avoir pensée, de vivre et de avoir vécu. Il s'agit donc ici d'activités qui ne produisent pas une oeuvre dans laquelle elles se supprimeraient en s'achevant, mais d'activités ayant leur fin en elles-mêmes, ce qu'Aristote appelle $\pi\rho\acute{\alpha}\xi\iota\varsigma$ " (AUBENQUE, 1962, pag. 440, nota nº 4).

Mas AUBENQUE, esquecendo-se de suas lições às páginas 404-408 do mesmo livro, arremata o belo raciocínio afirmando que "se Aristóteles parece reservar aqui a noção de 'energeia' às ações imanentes, isto deve-se à extensão teológica da noção; mas esta extensão contradiz a

³⁶ AUBENQUE, 1962, pag.440. A etimologia de 'energeia' estaria ligada à atividade artesanal, à 'obra'.

sua origem tecnológica, segundo a qual a referência à obra é imediatamente presente". Ou seja: a orientação de Aristóteles é teológica, seu projeto enfrenta dificuldades que o levam a não conseguir abandonar o mundo da inteligência e experiência humanas, do qual partiu, mas AUBENQUE, apesar de ter encontrado o termo 'prática' em MET. 1048b 20-24, resiste a aplicá-lo aos seres do mundo sublunar. Ora, será que a "visão" é uma propriedade divina ?

Nossa discussão toda se concentrará então em torno dos três tipos de ato a que Aristóteles se refere, que foram sistematizados por TRICOT³⁷:

- a) ato transitivo (ΠΟΛΪΚΟΣ): é um movimento, mas não é a atuação de uma forma, pois tal movimento existe em um paciente enquanto impelido por um agente externo; sob o ponto de vista do paciente, é um movimento que não tem em si sua própria causa, e sob o ponto de vista do agente é um movimento que realiza-se em uma obra exterior³⁸;
- b) ato imanente (ΠΡΑΞΙΣ): é o movimento de um agente que tem em si sua própria causa; ou melhor, é um ato³⁹ "que não tem outro fim que ele mesmo, que aperfeiçoa o agente e não tende à realização de uma obra fora deste agente; seu fim último não é outro que o uso e o exercício mesmo". Os casos paradigmáticos são a vida⁴⁰, onde "o ato está todo inteiro no agente, e não se concretiza em um objeto: a visão no sujeito que vê, a contemplação, no espírito que contempla, a vida, na alma" e a prática⁴¹, que "é uma atividade que não se produz ne nhum obra distinta do agente e que não tem outro fim que a ação interior, imanente, a eupraxia";
- c) ato imóvel: é o 'ato imanente' no seio do Primeiro Motor: o completo acabamento, a perfeição imóvel. Os atos incompletos "tendem" para o acabamento⁴², e, mais que

³⁷ em ARISTOTE, 1953, pags. 501-502, nota nº1, de quem faremos as citações em nosso resumo. Ao invés de 'ação', usaremos 'ato'.

³⁸ cf. o exemplo da construção de uma casa em FIS.II, 2, 201b 27.

³⁹ cf. MET.θ, 5, 1046a: "a potência e o ato se estendem além dos casos em que se refere somente ao movimento".

⁴⁰ ver Ética a Nicômaco VI, 4, 1140a 1-23, 'apud' TRICOT.

⁴¹ ver Ética a Nicômaco VI, 5, 1140b 6, 'apud' TRICOT.

⁴² cf. a "indução da forma pura" em MET.θ, 8, 1049b 20.

isso, há um ato último que precederia ao exercício de todo ato ⁴³: "um ato sempre preexiste um outro ato, até que se atinge o ato do Primeiro Motor eterno". Neste caso, que é único, de ato imóvel, o fim (ΤΕΛΟΣ) é separado da atuação que a ele conduz, e imóvel, de acordo com o argumento pela existência do Primeiro Motor ⁴⁴: se o movimento é eterno e contínuo, é preciso que haja um princípio que seja puro ato, para que o movimento não falhe.

A teoria do Primeiro Motor levará Aristóteles a dificuldades, como veremos em 1.4, e seus argumentos a favor do 'ato imóvel' de um ser 'separado' são contestáveis sem grande esforço; o problema, que teremos que enfrentar, será outro: decidir se a filosofia da natureza (i.é., do mundo sublunar) de Aristóteles pode sustentar-se apenas com os dois primeiros tipos de 'ato', ou seja, se a filosofia aristotélica da natureza pode dispensar a noção aporética de 'ato imóvel' - o que, dentre outras coisas, implica em ter uma outra explicação, digamos assim, 'naturalista', para a noção de Primeiro Motor. Para tal iremos, novamente, recorrer a AUBENQUE. Mas, para chegar a esta discussão, percorreremos, antes, algumas partes da Física aristotélica.

1.3 - A MATÉRIA COMO PRINCÍPIO DO SER

A nível da forma individualizada pela matéria, poderia haver uma ciência do singular: a computabilidade dos atributos essenciais permitiria distinguir entre si os indivíduos, tornando possível uma solução prática para o problema dos indiscerníveis. Tal solução, contudo, pressuporia o conhecimento teórico, pois o que é dado imedia-

⁴³ cf. MET.Θ, 8, 1050b.

⁴⁴ cf. MET.Λ, 6, 1071b 5-20.

tamente na experiência é o 'todo concreto', e não a 'forma em atuação' ⁴⁵. Há ciência do ente singular enquanto este é uma forma em atuação, suscetível de (re)definição. Assim, como poderia ter pretendido Aristóteles, o estudo do 'ser enquanto ser' seria ciência, ciência da forma em atuação, singularizada pela matéria, perceptível e inteligível. A forma em atuação seria, como quer OWENS ⁴⁶, um "singular universal", ou, como propunha ROSS ⁴⁷, o real aristotélico seria um "universal de indivíduos". Embora não concorde com esta proposta, TRICOT concede que

"S'il n'y a pas de science du particulier, ce n'est pas tant parce qu'il est individuel que parce qu'il est impregné de contingence, et la matière qui est en lui est ce principe d'indetermination protéiforme qui s'oppose à son intelligibilité. Que cette contingence vienne à disparaître, et le singulier lui-même, sans perdre son caractère d'individu, pourra faire l'objet d'une véritable définition. C'est ce qui a lieu pour le monde supralunaire: les astres, la Lune et le Soleil, par exemple (1040a 30), et l'ousía supreme sont objets de science tout en étant individuels" (TRICOT, em ARISTOTE, 1953, pag.441).

Parece que TRICOT se engana, por não compreender que, mesmo no mundo sublunar, é possível conhecer-se o singular, na medida em que a matéria estiver organizada pela forma - e isto é suficiente para distinguir entre si os indivíduos de uma espécie. Só não é possível o conhecimento daquela matéria marginal que permanece desorganizada, mas esta é irrelevante tanto para o conhecimento quanto para o próprio ser, que é a forma em atuação. Como lembra Aristóteles ⁴⁸, não é "natural e conveniente" pretender dar solução a todas as coisas. É possível conhecer-se

⁴⁵ cf. FIS. II, 2, 193b: o todo composto é um ser por natureza; a natureza é a forma não separável da matéria.

⁴⁶ 'apud' GUTHRIE, 1981, pag.213, nota nº 2.

⁴⁷ 'apud' TRICOT, em ARISTOTE, 1953, pag.439, nota nº 2.

⁴⁸ FIS. I, 1, 185a.

do singular o que nele é mais importante, e o método para fazê-lo é a predicação das categorias ao modo das substâncias segundas, aliada à experiência perceptiva, o que permite detectar o traço característico de cada ente.

A 'ciência do singular', que seria a verdadeira ontologia aristotélica, a ontologia do mundo sublunar, não se consolidou devido à própria orientação filosófica de Aristóteles, que comportava a pretensão de discursar sobre o 'ser mais eminente', o divino. É neste contexto que ele se defronta com a aporia da quiddidade, sistematizada por AUBENQUE⁴⁸, que não reproduziremos aqui. Precisamos apenas lembrar que tal aporia se deve à pretensão teológica do estagirita, e não a algum impasse surgido no contexto do discurso sobre os seres do mundo sublunar, discurso que, para ele, seria apenas o meio de um caminho que conduziria ao Primeiro Motor. Contudo, nada nos impede de tomar o 'meio do caminho' de Aristóteles como o nosso 'fim de caminho'...

Aristóteles não teria ficado satisfeito com sua investigação sobre os entes sublunares, menos porque tivesse acreditado fracassar neste projeto que pela persistente ambição de ultrapassar os limites do humanamente perceptível e inteligível, em rumo dos 'seres em si'. Nos últimos livros da 'Metafísica' e na Física, ele se propõe a estudar o que não é perceptível e o que não é inteligível, i.é., respectivamente, o que não contém nenhuma matéria e o que contém matéria desorganizada. Este novo nível de cognoscibilidade se constrói de modo eminentemente dialético, embora Aristóteles procure aparentar o uso do método demonstrativo.

O capítulo sétimo do livro Z marca o início da passagem para o plano do 'ser em si'. O eixo da investiga

⁴⁸ AUBENQUE, 1962, pag. 481.

ção deixa de ser o ente, e passa a ser a busca das causas do 'ser em si'. Este nível de significação se constrói em ruptura com os anteriores, mas conserva os seus resultados. Passa-se a procurar as causas mesmo se elas são imperceptíveis (o Primeiro Motor, causa final) ou ininteligíveis (a matéria e o composto).

Parece paradoxal falar-se de uma inteligibilidade do não-cognoscível, porém desde Sócrates sabe-se que há uma sabedoria em saber-se o que não se sabe. As categorias do incognoscível (i.é., do que não tem existência 'para nós') não são meras etiquetas afixadas ao desconhecido, mas um saber prospectivo, que garante ao menos que não se vai inadvertidamente tomar-se como sabido o que não se sabe.

A ruptura com o discurso sobre o ente dá-se, na Física, pelo postulado do movimento: é evidente "por indução" que todas as coisas que existem naturalmente estão sujeitas ao movimento ⁴⁹; "a natureza é princípio de movimento" ⁵⁰. Postular o movimento, por si só, não muda muita coisa, pois o próprio pensamento já era considerado como movimento; que o movimento seja "o ato do que está em potência" é bastante razoável, pois a característica relevante dos entes é a atuação da forma sobre a matéria; que o movimento seja eterno, também é razoável, pois o próprio pensamento parece encadear-se indefinidamente (seja o infinito de sucessão ou o infinito circular). São as consequências que serão tiradas do postulado do movimento é que mudarão o quadro da investigação aristotélica: da indução do movimento induz-se que haja uma causa que é pura potência ($\deltaύναμις$ ⁵¹) e uma causa que é puro ato (Primeiro Motor), não como simples prolongamentos do movimento além e aquém no horizonte, mas como realidades 'em si'.

⁴⁹ FIS.I, 1, 185a.

⁵⁰ FIS.III, 1, 200b.

⁵¹ trata-se da 'matéria primeira'; a definição de 'matéria (segunda)' está em FIS.II, 3, 194b: "aquilo de que uma coisa é feita e que permanece nela imanente".

Aqui revela-se a outra face de Aristóteles: o severo crítico das pretensões desmedidas do platonismo se mostra como quem pretende, partindo de um método mais aceitável, obter os mesmos resultados. De fato, é mais aceitável partir do que é mais rigoroso para a mente, passar pelo que é mais evidente empiricamente, e, por "induições", atingir o 'em si', que começar pelo 'em si' e dele derivar a inteligência e a experiência humanas, como fez o platonismo. Mas há uma grande diferença entre Aristóteles e Platão: mesmo atingindo o 'em si', Aristóteles não elimina a materialidade, antes coloca-a no mais íntimo do ser (à exceção do Primeiro Motor): a matéria é uma das causas do ser; a identidade individual só se articula na atuação da forma na matéria; a pura forma é uma realidade sobre-humana à qual o homem pode e deve aspirar, mas ciente de que só é possível imitá-la. Por todos estes motivos, a ontologia aristotélica pode ser compreendida como sendo 'de fato' uma ontologia dos seres móveis do mundo sublunar, i.é., como sendo uma filosofia da natureza.

A estrutura do real aristotélico é subsumida por quatro causas ⁵², relativas ao movimento:

- a) causa material e causa formal: explicam os quatro elementos (terra, fogo, água e ar), os animais e suas partes, plantas, corpos em geral: são móveis e não-móveis (exceto quando movidos por outro motor);
- b) causa eficiente: explica o papel dos astros e das almas: são móveis e motores;
- c) causa final: explica o papel do Primeiro Motor: é imóvel e motor.

O mecanismo do Cosmos aristotélico se resume no seguinte: O Primeiro Motor gera, por imantação, o movimento dos Primeiros Móveis (astros, almas); estes, dotados de "auto-movimento", geram, por contato, o movimento dos demais corpos. Os Primeiros Móveis, agindo como intermediária-

⁵² utilizando-se os apontamentos sobre a substância em MET.E, 8, 1017b, podemos fazer a correlação que se segue.

rios, transformam a causalidade teleológica do Primeiro Motor em causalidade eficiente para a esfera sublunar ⁵³.

A comparação entre as causas e os tipos de substâncias pode ser ainda mais generalizada, relacionando-se os três tipos de substâncias com as três regiões cosmológicas (esfera sublunar, esfera supralunar e esfera 'separada'), cada qual responsável por um certo tipo de ação causal. As comparações mostram-nos que, mesmo a nível do 'ser em si', e de sua explicação pelas 'causas', Aristóteles ainda conserva forte apelo à experiência.

A estrutura causal do real aristotélico nos conduz a duas séries de problemas: do lado da matéria pura, e do lado da forma pura. Estes problemas não são falsos, pois dão origem a duas disciplinas que se constituíram autonomamente, ao que parece, a partir de Aristóteles: a Física e a Teologia.

Aristóteles distingue dois tipos de matéria, a matéria 'primeira' e a matéria 'segunda'. Na geração, corrupção e outros fenômenos do mundo sublunar, a causa material tem a acepção de 'matéria segunda', que é aquilo de que algo provém, o primeiro substrato de cada coisa (como se vê, é uma definição relativa a um determinado acontecimento perceptível empiricamente). A 'matéria primeira', por sua vez, é a absoluta indeterminação, só concebível por analogia com a 'matéria segunda'.

Como Aristóteles não nos legou uma teoria cosmogénica, é difícil concebermos o significado físico da 'matéria primeira', mas a semelhança que esta noção apresenta para com o 'ápeiron' de Anaximandro faz-nos pensar que talvez o estagirita tenha julgado supérfluo reelaborar uma noção já corrente na cultura da época, preferindo absorvê-la tacitamente a apresentá-la como sua para a posteridade.

⁵³ Encontramos um bom estudo sobre esta teoria em LLOYD, 1968, pag.143 e ss.

A semelhança da 'matéria primeira' com o 'ápeiron' pode ser notada em um trecho de LADRIÈRE:

"Il faut distinguer la matière première, pura indetermination, et la matière seconde, qui est puis sance par rapport à des déterminations ultérieures. Les corps élémentaires sont constitués par la composition de la matière première et des formes caractéristiques; et ces corps élémentaires sont matière seconde par rapport à d'autres corps" (LADRIÈRE, 1966, pag. 55).

Ora, em Anaximandro, como se sabe, o 'ápeiron' diferencia-se em opostos primários (quente, frio, seco, úmido), constituindo os elementos, que, por sua vez, dão origem aos outros corpos.

A 'matéria primeira' é o oposto da perfeição do Primeiro Motor; sendo assim, pensar a origem do mundo sub lunar seria, para Aristóteles, pensar a degradação do divino na materialidade. Neste caso, a cosmogênese aristotélica seria simetricamente inversa à de Anaximandro.

Se o 'ápeiron' é a 'arché'⁵⁴ da qual e apenas da qual tudo se origina, teríamos aqui uma característica que o diferencia da 'matéria primeira', ou uma conotação desta noção pouco desenvolvida por Aristóteles e pela tradição? Ora, assim como o 'ápeiron', a 'matéria primeira' não é perceptível como os quatro elementos, e define-se pela negação: o não-limitado, de um lado, e o não-determinado, de outro.

Há três sentidos atribuídos ao 'ápeiron':

- a) Physis ou infinito temporal: Nietzsche e Heidegger⁵⁵ teriam adotado para o 'ápeiron' o sentido de 'princípio de crescimento e organização do mundo' - para tal ele seria temporalmente infinito, como na concepção grega de imortalidade, constituindo tanto o estado original das coisas como o fundo permanente de seu ser;

⁵⁴ como relata Simplício, 'apud' GUTHRIE, 1962, pag. 76-78.

⁵⁵ 'apud' RAMNOUX, 1954, pags. 106-107.

- b) Reservatório inexaurível ou quantidade ilimitada: Anaximandro não precisaria ter utilizado este sentido para o 'ápeiron', porque a circularidade das gerações e corrupções dos elementos não requeriria que, em um mesmo mundo, fosse adicionada quantidade suplementar de matéria originária para suprir as novas gerações; as destruições não significariam uma queda no nada, mas a mudança para o oposto, mantendo-se constante a soma. Se entendido como reservatório ou quantidade ilimitados, o 'ápeiron' seria uma vasta esfera circundando a totalidade do mundo ⁵⁶;
- c) Indeterminação qualitativa: Cornford interpretou o 'ápeiron' como "aquilo que é internamente não-limitado, sem distinções internas" ⁵⁷; nenhuma fronteira poderia ser traçada entre suas partes, ao passo que o mundo sensível, dividido entre opostos, não seria "ilimitado".

Como assinalaram KIRK & RAVEN ⁵⁸, Aristóteles "sente" que o 'ápeiron' deveria ter uma importante relação com os elementos: seria um intermediário entre dois elementos ⁵⁹, ou uma mistura deles todos ⁶⁰. Estas alternativas são criticadas por Aristóteles, pois parece-lhe que, se um dos opostos é uma privação do outro, é impossível para o intermediário existir em isolamento; e, se os princípios devem ser no mínimo dois ⁶¹, não se pode aceitar que de uma unidade indiferenciada possam surgir os contrários. A matéria é um dos dois princípios do ser e um dos três do movimento, sendo cada um destes princípios imprescindível para se explicar a ordem do mundo.

As críticas a Anaximandro são mais precisas no livro III da Física, quando Aristóteles reconhece a existência do infinito, mas apenas em potência - uma potência que nunca chega ao ato. No capítulo 6 ele conclui, segundo o

⁵⁶ cf. GUTHRIE, 1962, pags. 113-114.

⁵⁷ 'apud' KIRK & RAVEN, 1960, pag. 109.

⁵⁸ KIRK & RAVEN, op.cit., pag. 111.

⁵⁹ GER CORR.II, 5, 332a 19.

⁶⁰ FIS.I, 4, 187a 12.

⁶¹ FIS.I, 6, 189a 11.

comentário de CARTERON ⁶², que o infinito é uma negação e não merece o prestígio que lhe dá Anaximandro; que o infinito se opõe ao que é inteiro e perfeito. Aristóteles, portanto, aceita a existência do infinito quantitativo e/ou indeterminado qualitativo, desde que despido do caráter divino ⁶³ e relegado a um estado de potência permanente, que persiste imanente a cada ente, como 'matéria segunda'.

A maior parte do conteúdo da Física é constituída pelos estudos dos problemas relativos à inserção da matéria como princípio do ser ⁶⁴. Estes problemas são:

- a) o acaso;
- b) o infinito do contínuo;
- c) a localização;
- d) o tempo.

O modelo aristotélico da teoria da natureza guarda traços da 'episteme' platônica: procura-se conhecer os princípios eternos que regem a natureza e permitem explicar o 'porque' de qualquer fenômeno. Para Platão a dialética leva, por hipóteses, ao conhecimento dos primeiros princípios, e, uma vez de posse intelectual destes, ter-se-ia, por derivação (o que foi estudado pelos neo-platônicos), o conhecimento dos seres que deles participam. A ciência da natureza seria, neste contexto, inútil, pois o conhecimento dos seres naturais é obtido de seus arquétipos e da arte de aplicá-los (matemática).

Aristóteles, contudo, admite que o ser possa apresentar-se, em si, como possibilidade indeterminada, com um elemento de contingência, e é por isso que o movimento é compatível com o ser. Para tal é capital a distinção entre a matéria, "não-ser por acidente", e a privação, "não-ser por si" ⁶⁵. O ser divide-se entre o que é e o que po-

⁶² em ARISTOTE, 1952, pag. 85.

⁶³ segundo RAMNOUX, 1954, pag. 241-242, o 'ápeiron' seria assimilável à divindade "Noite", de Hesíodo e Ésquilo.

⁶⁴ sobre isso ver em GER CORR. I, 3, 318a.

⁶⁵ FIS. I, 9, 192a.

de ser - divisão que torna possível a mobilidade, e que é reproduzida pela mobilidade.

O movimento é produzido pela conjunção de causas; todo movimento requer necessariamente mais de uma causa⁶⁶, e é da interação das causas, em si necessárias e eternas, que surge não só o movimento quanto a contingência, que caracterizam a natureza. Na conjunção de causas, as causas eficiente e final são harmonizáveis com a causa final, formando um bloco único: uma forma se corrompe e um motor imediato desencadeia a atuação de uma outra forma. É devido à causa material que os encadeamentos causais não ocorrem sempre conforme a natureza; o acaso não é ausência de causas, mas justamente a presença de uma certa causa, a causa material. O surgimento dos monstros, do sol e dos artefatos devem-se aos 'efeitos colaterais' da inclusão da causa material como princípio do ser.

A inserção da matéria como um dos princípios do ser impede que se possa derivar o conhecimento dos seres sensíveis do conhecimento dos Princípios; mesmo que se entenda que o objetivo de Aristóteles fosse dar, via causas, explicações para qualquer fenômeno de um modo mais ou menos 'a priori', a presença da matéria requer, para que a explicação seja completa, um recurso ao 'a posteriori'. As explicações possíveis pelo método demonstrativo se não sempre excessivamente distantes ou excessivamente próximas ao fato a ser explicado, pois a causa material impede o bom encadeamento da demonstração: não há cadeia de tipo dedutivo que ligue os Princípios aos efeitos.

A materialidade é imanente aos elementos e corpos; tanto provoca o movimento desagregador quanto fornece o conteúdo para a atuação de novas formas. Devido a estas características, é uma 'condição de possibilidade' da auto-determinação dos seres naturais - em seres imateriais, não haverá sentido em se falar de 'auto-determinação'.

⁶⁶ FIS.II, 3, 195a.

Os seres materiais, separados do Primeiro Motor , estão mergulhados na mobilidade e contingência; é operando com a mobilidade, jogando a contingência contra a contingência, que podem manter uma estabilidade e, assim, as semelham-se ao Primeiro Motor.

1.4 - A APORÉTICA DO PRIMEIRO MOTOR E A AUTO-DETERMINAÇÃO NO MUNDO SUBLUNAR

Aristóteles faz a teleologia intervir no mundo da instabilidade instaurada pela presença da matéria, para torná-lo ordenado e inteligível. Quando o Primeiro Motor é posto como princípio do movimento ⁶⁷, deve-se entender: princípio de atuação das formas, de organização dos movimentos da esfera sublunar. Como objeto a ser imitado, ele seria princípio da auto-determinação dos seres do mundo sublunar, e não princípio do movimento desestruturador e corruptor, o qual se deveria à causa material. Em outras palavras, o 'ato imóvel' do Primeiro Motor seria princípio do 'ato imanente' dos seres auto-subsistentes, enquanto o 'ato transitivo' estaria ligado à influência da causa material. A eternidade do movimento dever-se-ia não à causa material (embora ela seja condição necessária para qualquer ΚΙΝΗΣΙΣ), mas à eterna busca, pelos seres da natureza, da perfeição impossível, que tem o Primeiro Motor como modelo.

Mas a intervenção de um ser 'separado' no 'ato imanente' dos seres naturais surge ora como supérflua, ora como aporética. O mundo da natureza não deixa de ter uma inteligibilidade e uma ordem próprias; a inserção da matéria no ser não gerara o caos, mas a matéria tinha sido em boa parte absorvida pela atuação da forma, independente -

⁶⁷ MET. Λ, 7, 1027b 14.

mente de um 'telos' separado.

A dependência do 'ato imanente' frente ao 'ato imóvel' do Primeiro Motor parece ir contra as orientações gerais da obra aristotélica, gerando duas questões aporéticas ⁶⁸.

A primeira dificuldade se apresenta assim:

- a) se é o próprio 'desejo' de cada ser natural, em seu 'ato imanente', atingir a perfeição, ou seja, se a causa final é posta pelo próprio ser e por ele possuída, então nada há que impeça que se considere o Primeiro Motor como imóvel, mas sua suposta existência como 'em si' é supérflua e antagônica à auto-determinação dos seres naturais;
- b) se o Primeiro Motor tem existência 'em si' e intervém de algum modo no 'ato imanente' dos seres da natureza, os seres naturais são pacientes e não são auto-determinados, mas então o Primeiro Motor será um agente, e, como ele está 'separado', cairemos no esquema do 'ato transitivo', logo o Primeiro Motor não poderá ser entendido como imóvel.

A segunda se apresenta assim:

- a) se todo movimento é contínuo, assim como é contínua a atuação da forma, e o Primeiro Motor é compreendido como uma forma acabada, então ele não pode ser compreendido como 'separado' da atuação das formas dos seres naturais (em outras palavras: se o Primeiro Motor é o termo final de uma atividade, e a atividade é contínua, então ele não pode ser separado dos termos iniciais e intermediários desta atividade);
- b) se o Primeiro Motor é separado da natureza, então não pode ser compreendido como ato acabado ou termo último da atuação das formas dos seres naturais, pois as noções de 'acabado' e 'último' supõem a diferença entre 'antes' e 'depois', a qual não tem sentido para um ser imóvel.

Tais dificuldades ficam bem visíveis no livro Λ . Estabeleceu-se ⁶⁹ que a causa final move sem ser movida, tomando como exemplo de causa final o desejável e o inteligível. Um pouco mais adiante, a causa final é entendida

⁶⁸ WATERLOW, 1982, em seu Capítulo V, "Self-Change and the Eternal Cause", estuda com detalhe diversos pontos familiares aos que trataremos adiante.

⁶⁹ MET. Λ , 1072a 25-30

como "um ser que tem a si mesmo como fim" ou "o próprio fim". Vinte linhas à frente, Aristóteles explica que

"L'intelligence se pense elle-même en saisissant l'intelligible, car elle devient elle-même intelligible en entrant en contact avec son objet et en le pensant, de sorte qu'il y a identité entre l'intelligence et l'intelligible: le réceptacle de l'intelligible, c'est à dire de la substance formelle, c'est la intelligence, et l'intelligence est en acte quand elle est en possession de l'intelligible" (MET.Λ, 1072b 20-25, trad. TRICOT)

Trata-se de uma identidade de agente e paciente, mas prejudicada pela tênue diferenciação entre agente e paciente. Se o raciocínio vale para um processo puramente mental, não é verdade que valha para um ser 'em si', pois poderemos cair no paradoxo da auto-causalidade. Porém, se é um ser do mundo sublunar, a presença da matéria serve para marcar bem a diferença entre operador e operado no seio do mesmo ser: a forma determina, a matéria é determinada.

No capítulo 9 do livro Λ, Aristóteles trata do problema da inteligência divina. A inteligência divina pensa alguma coisa, mas não algo de outro: ela se pensa a si mesma, "seu pensamento é pensamento de pensamento"⁷⁰. Ele acrescenta que "o fato de pensar e o fato de ser pensado são de natureza diferente (...) não há identidade entre ser um ato de pensamento e ser aquilo que é pensado". Esta ressalva parece indicar que Aristóteles pretende escapar do paradoxo da auto-causalidade; mas logo ele irá afirmar que "não há diferença entre o que é pensado e o pensamento, no caso dos objetos imateriais"⁷¹: assim, ele salva do paradoxo os seres pensantes materiais, e torna a inteligência divina uma noção paradoxal. Todo o aparato concei

⁷⁰MET.Λ, 9, 1074b 34-40.

⁷¹MET.Λ, 9, 1075a 1-5.

tual desenvolvido com a inserção da matéria como princípio do ser é dispensado, e Aristóteles recai no platonismo, por ele tão criticado.

A recaída não se faz sem uma tensão. Após postular a identidade do pensar divino e seu objeto, Aristóteles coloca a questão de se determinar se tal objeto é composto. Sendo imaterial, deve-se concluir que é sobretudo indivisível ⁷². O capítulo 10 trata da relação do pensar divino com o seu objeto, que é então chamado de "Soberano Bem". Tal relação não pode ser de contrariedade, porque "todos os contrários têm uma matéria" ⁷³. Há dificuldade para se encontrar uma solução entre os fisiólogos (eles não notam que há outros seres além dos sensíveis...) e no platonismo (se o pensar divino é absolutamente igual ao Soberano Bem, o Primeiro Motor não é causa de nada...). A repetida analogia com o Chefe e os comandados ⁷⁴ parece ser insuficiente para resolver um problema tão difícil. Ficam as interrogações dialéticas, tão bem formuladas na abertura do capítulo 10: o "Todo indivisível", no qual o pensamento divino possui o seu objeto, "é como qualquer coisa de separado, existente em si e para si? É como a ordem mesma do Todo? Não seria sobretudo das duas maneiras ao mesmo tempo?".

Voltemos um pouco, ao capítulo 8, no qual Aristóteles tentara dar uma solução 'astronômica' às dificuldades nas quais se embarçaria no capítulo 10. Ele afirmava ⁷⁵ que o movimento diversificado dos planetas requer uma pluralidade de motores imóveis e eternos, que explicaria a pluralidade dos movimentos celestes ("um movimento eterno deve ser impresso por um ser eterno, e um movimento único

⁷² MET. Λ, 9, 1075a 5-10.

⁷³ MET. Λ, 10, 1075b 20-24.

⁷⁴ MET. Λ, 10, 1075a 12-25 e 1076a 1-5.

⁷⁵ MET. Λ, 8, 1073a 25-30.

por um ser único"). Os motores plurais desresponsabilizariam o Primeiro Motor de intervenção no mundo material ; eles serviriam como intermediários entre o exercício do ato dos seres naturais e a 'enteléquia' última. É uma solução que não elimina a realidade do Primeiro Motor 'separado', imóvel e único, mas guarda traços de arbitrariedade e inverossimilhança.

As dificuldades apontadas mostram que a explicação teleológica não é compatível com a explicação pela auto-determinação (i.é., pela causa formal). Os dois tipos de explicação correspondem, respectivamente, aos modelos 'técnico' e 'biológico' que se pode identificar na filosofia aristotélica da natureza ⁷⁶.

Teríamos então duas alternativas. A primeira seria aceitar as explicações teleológicas, e, assim, descartar o problema da auto-determinação dos seres naturais, relegando também a maior parte dos resultados atingidos pela ontologia dos entes sublunares. Os motores plurais podem ser assemelhados às Idéias platônicas, ou então o problema da intermediação pode ser resolvido com figuras 'ad hoc', como fizeram os medievais com os "anjos".

A segunda alternativa seria compreender o Primeiro Motor como uma espécie de somatório simbólico dos desejos dos seres naturais; o Primeiro Motor não existiria 'em si', mas seria o somatório dos fins postos pelos entes auto-determinados, como uma instância separada que possibilitaria ao 'ato imanente' atingir a proximidade da perfeição da forma na própria imanência, ou seja, a 'separação' seria uma diferenciação interna ao 'ato imanente', possibilitando um aperfeiçoamento do próprio 'ato imanente'. Seria esta a melhor interpretação para a afirmação aristotélica de que o Primeiro Motor é objeto de amor ⁷⁷.

⁷⁶ ver, por exemplo, AUBERT, 1965, capítulo I, "La Physique d'Aristote", pags. 40-42.

⁷⁷ MET. Λ, 7, 1072b 40.

Apesar de estar preocupado em enfatizar a transcendência do Primeiro Motor, AUBENQUE tende para a nossa segunda alternativa:

"Transposée en termes d'efficience, la causalité finale n'est autre que la causalité de la vision, c'est-à-dire une causalité dans laquelle la cause n'a pas, paradoxalement, à s'engager elle-même, mais seulement par une sorte de délégation au spectateur.(...)Moteur absent, il est l'ideal immobile, vers lequel s'épuisent les mouvements réguliers des sphères, les mouvements plus complexes des saisons, le cycle des générations et des corruptions(...)" (AUBENQUE, 1962, pag. 367).

Para decidir entre as duas alternativas, devemos consultar o que é que Aristóteles considera uma explicação verdadeira.⁷⁸ Verdadeiro é o que é unido de modo necessário, tanto no discurso quanto na realidade. Ser unido de modo necessário na realidade implica uma noção de necessidade física, que regula as interações entre as causas. Podemos encontrar em Aristóteles pelo menos três tipos de necessidade física:

- a) Carência: a carência é a privação da atuação de uma forma na matéria, que suscita nesta o desejo de ser plenamente atuada pela forma. O sujeito do desejo é a matéria⁷⁹; o desejo implica que a matéria já possui a forma em potencial, sendo capaz de requerer a perfeição que lhe falta. A matéria não é somente privação⁸⁰, como em Platão, porque, se o fosse, seria incapaz de ser sujeito do desejo. Os seres naturais têm o seu "lado-matéria", que deseja permanentemente a perfeição, em um processo que só termina com a corrupção, e que gera movimento, cisão e reunificação destes seres;
- b) Recorrência: é um tipo de necessidade física que advém do caráter cíclico de um movimento ou processo⁸¹. Temos como exemplo a geração recíproca dos elementos da natureza: podemos determinar os quatro primeiros corpos simples pela combinação das quatro diferenças ele-

⁷⁸ DA INT., 9, 18a-18b.

⁷⁹ FIS.I, 9, 192a.

⁸⁰ sobre a carência e a privação, FIS.I,5,188b e II,2,193b.

⁸¹ ver GER CORR., II, capítulos 4, 5 e 11, esp. 331a-b.

mentares (calor, frio, secura e umidade), em um processo no qual um elemento passa a outro, e este a um terceiro, terminando por recorrer de novo ao elemento inicial, pela mudança das contrariedades correspondentes não comuns;

- c) Necessidade Hipotética: em todo movimento, considera-se que os resultados são naturais se, como no silogismo, houver uma mediação pelo gênero, impedindo que os acidentes gerem efeitos deformantes ⁸². A mediação entre os termos inicial e final do movimento, feita pelos gêneros, corre o risco de ascender ao infinito, visto que não há um gênero supremo ⁸³. Logo, há necessidade de que o lugar do gênero supremo inexistente seja ocupado por uma entidade que sirva como modelo a ser imitado pelos seres em movimento, garantindo assim a padronização dos movimentos e a ordem da natureza ⁸⁴. Sendo assim, as causas material, formal e eficiente aparecem como condições necessárias (em sentido lógico) para a explicação de um determinado movimento, mas será a causa final a única suficiente (em sentido lógico, que, aqui, é equivalente à necessidade física) para especificar o resultado obtido, dentre outros igualmente possíveis.

Examinando as duas primeiras concepções de explicação pela necessidade física, ficamos propensos a acreditar que é mais sensato interpretar o ato teleológico como uma modalidade de auto-determinação, que interpretar a auto-determinação como modalidade de ato teleológico.

Se seguirmos o caminho traçado pelas primeiras etapas da investigação aristotélica, não hesitaremos em situar o 'ato imanente' como paradigma do 'ser em si'; a tematização da 'matéria primeira' e do Primeiro Motor seriam então meios de se conceber a diferenciação interna ao 'ato imanente' de cada indivíduo e a articulação dos 'atos imanes' dos múltiplos indivíduos, compondo a ordem da natureza. Tal diferenciação interna, cuja condição de possibilidade é a inserção da matéria como princípio do ser ,

⁸² sobre a necessidade hipotética, LADRIÈRE, 1966, pags. 62-64.

⁸³ sobre a inexistência de gênero supremo, ver AUBENQUE, 1962, pags. 188-189, e de 221 a 250.

⁸⁴ sobre imitação, AUBENQUE, op.cit., pags. 497-505, que citaremos adiante.

evitaria o paradoxo da auto-causalidade para os seres naturais, pois teríamos uma 'parte' agente e uma 'parte' paciente no seio do mesmo ser. Já a inteligibilidade do 'ato imanente' de seres indiferenciados internamente - os seres imateriais - seria paradoxal, pois eles seriam agentes e pacientes ao mesmo tempo, sem poderem distribuir estes encargos para partes distintas de si mesmos.

AUBENQUE chega a conclusões próximas à auto-determinação dos seres naturais, mas sua atenção está voltada para o valor negativo da mobilidade natural frente à almejada imobilidade do Primeiro Motor - embora ele saiba que os resultados obtidos por Aristóteles concernem principalmente à filosofia da natureza. Em sua "Conclusão", ele primeiramente constata que:

"Ce qui caractérise donc les quasi-essences du monde sublunaire par opposition aux essences simples et immuables, c'est qu'elles sont séparées d'elles-mêmes; mais ce qui les rapproche des premières et autorise à les nommer elles aussi des essences, c'est qu'elles peuvent coïncider avec elles-mêmes, sinon immédiatement, du moins par un détour. C'est donc la nécessité d'une médiation entre soi et soi qui, à la fois, oppose les essences immuables et les essences sensibles, et en même temps, permet à celles-ci de s'égaliser à celles-là; seulement, ce qui est unité originaire dans un cas, sera unité dérivée dans l'autre, ce qui est coïncidence de soi à soi ne sera restauré, du fond de la scission, que par la mise en oeuvre d'intermediaires laborieux" (AUBENQUE, 1962, pag. 496).

Ora, a "separação de si mesmas" faz com que a "mediação de si a si" dos seres naturais não seja paradoxal, pois garante uma diferenciação interna. Como constata, mais adiante, AUBENQUE:

"comment la contingence, le pouvoir-ne-pas-être, peut-elle imiter la perfection subsistante de Dieu qui, na manquant de rien, est tout ce qu'il peut être et ne peut pas être autre qu'il est?(...)

Nous connaissons désormais la réponse: cette imitation n'est paradoxale que parce qu'elle passe par un détour, qui est le mouvement, lieu de toutes les médiations cosmologiques et humaines. Le monde et l'homme réalisent médiatement ce qui est immédiat en Dieu, parce que l'homme et le monde ont besoin de moyens pour coincider avec leur fin, coincidence qui est immédiatement réalisée en Dieu" (AUBENQUE, 1962, pag. 500).

Mas AUBENQUE acrescenta:

"Mais la médiation n'a d'autre sens et d'autre raison d'être que de restaurer par un détour l'immédiateté qu'elle n'est pas (...) L'imitation apparaît alors moins comme la réalisation d'une copie que comme une image dégradée de l'acte subsistando do modelo" (AUBENQUE, 1962, pags. 500-501).

Falta talvez a AUBENQUE uma caracterização positiva da auto-determinação dos seres do mundo sublunar. É certo que ele propõe uma "antropologia"⁸² na qual o homem tem um papel ativo, mas isto não é suficiente para se formular um problema da auto-determinação.

Aristóteles, entretanto, reserva um papel decisivo para a causa final na explicação das gerações substanciais - neste caso, não poderemos compreender o fim como algo posto exclusivamente pelo ser móvel.

A geração é o único tipo de movimento que afeta a substância, pois rompe a cópula da forma com a matéria. Os outros tipos de movimento podem afetar as outras categorias (quantidade, qualidade, etc.), isto é, as modalidades de atuação da forma na matéria, mas na geração substancial há a corrupção de uma forma, e uma forma nova passa a atuar a matéria⁸³. Se o Primeiro Motor não é real, qual a origem da forma nova? Aristóteles diz que a privação não é um princípio da geração substancial⁸⁴, o que

⁸² AUBENQUE, 1962, pags. 502-505.

⁸³ FIS. I, 7, 190a. Diz-se 'forma nova' em relação a uma dada geração, não de modo absoluto, pois não há em Ar. evolução do tipo darwiniano, cf. GUTHRIE, 1981, pag. 222.

⁸⁴ FIS. I, 7, 190b.

nos impede de explicá-la em termos de carência. Poderíamos reduzi-la a um caso de recorrência ? Não há nada que o indique.

Para resolver a questão, os medievais inventaram o termo "edução", oferecendo uma solução imanentista para o problema da forma nova ⁸⁵. A matéria seria tanto fonte de imperfeição quanto de criação, pois dela seria "edutada" a forma nova. Destruída a forma antiga, há um instante em que se tem apenas matéria. A atualização da forma nova começa pela distinção, na margem de indiferenciação da 'matéria segunda', do que há nela de igual à forma oposta à antiga. Uma vez distinguida, a forma nova começa a operar, articulando a variedade da matéria e estabelecendo com ela uma nova cópula.

Como "o igual se gera do igual", a forma antiga e a forma nova devem fazer parte de um mesmo gênero, para que a ordem do cosmos não seja quebrada. Se é a matéria que "eduta" a forma nova, há sempre o risco que do igual brote o diferente, devido à ineliminável margem de caoticidade da matéria. Ora, mas isto não ocorre efetivamente ? Não seriam os monstros, a técnica, etc., provas de que a forma nova é "edutada" da matéria ?

O capítulo 9 do livro 2 de GER.CORR. mostra o papel da causalidade eficiente na geração; no capítulo 10, a causa eficiente surge como dependente da "causa final última", o Primeiro Motor. A causa eficiente apenas desencadeia a geração substancial, ela é apenas condicionante e não determinante da forma nova. Não basta explicarmos, por outro lado, que é a forma nova que determina o novo ser, porque precisamos saber o que determina a forma nova. A resposta de Aristóteles aqui parece ser clara: o Primeiro Motor. Os astros, tidos como entidades vivas, e as almas,

⁸⁵ sobre a geração substancial e a individuação em Tomás de Aquino, ver LADRIÈRE, 1966, pags. 110-118.

que possuem auto-movimento, são imantados pelo Primeiro Motor, e determinam os movimentos dos seres naturais.

A solução de Aristóteles depende da divinização dos astros, e de uma certa divinização do homem - bem mais moderada que a sugerida por Platão; ela nos mostra que, em certos pontos da obra aristotélica, a realidade do Primeiro Motor é ineliminável, e que uma opção pela explicação via causa formal ou pela causa material, nestes casos, contraria a orientação do autor.

Nosso objetivo, no presente capítulo, foi mostrar que o problema da auto-determinação tem ressonâncias na filosofia aristotélica da natureza - mesmo que meramente como problema emergente e não reconhecido positivamente como tal por Aristóteles e pelos seus principais intérpretes. O estagirita é como que forçado a pensar a auto-determinação dos seres móveis do mundo sublunar, devido a seu ponto de partida e às dificuldades que encontrou no caminho.

A vantagem de uma interpretação da obra aristotélica que colocasse no centro o problema da auto-determinação seria traçar uma linha de continuidade através das mudanças de significado da palavra "substância" (e correlatas) ao longo da mesma. Com todas nossas limitações, foi o que tentamos fazer neste capítulo.

CAPÍTULO II
A AUTO-DETERMINAÇÃO DO 'LÓGOS'

à autoridade religiosa, e pouco potente, devido à ausência de uma linguagem e um método próprios.

Infelizmente, a reação contra o atrelamento da ciência à teologia se confundiu com a recusa do discurso sobre a auto-determinação dos seres naturais. Nas palavras de PRIGOGINE e STENGERS,

"Seventeenth-century science arose in opposition to the biological model of a spontaneous and autonomous organization of natural beings (...) One of the main sources of fascination in modern science was precisely the feeling that it had discovered eternal laws at the core of nature's transformations and thus had exorcised time and becoming" (PRIGOGINE e STENGERS, 1984, pag. 291).

A redução das propriedades físicas dos objetos às propriedades tangíveis pela geometria e pela matemática da época visava impedir a interferência da autoridade religiosa na ciência física, mas teve como consequência adicional a eliminação do discurso sobre a autonomia dos seres naturais. A causa da eliminação, ao que tudo indica, não estaria propriamente na introdução do método e do rigor matemático na física, pois sabemos hoje que podem ser feitos modelos matemáticos que não só preservam como expressam as articulações autônomas do objeto.

Entretanto, para os modernos, a objetividade passou a depender dos instrumentos disponíveis à física-matemática da época, que seriam os definidores das "qualidades primárias" dos objetos (ordem, figura, posição, trajetória). As demais propriedades que se atribuem aos objetos foram concebidas como existentes apenas na percepção e na mente do sujeito cognoscente, i.é., como "qualidades secundárias"¹. Deste modo, não sobrou lugar para as "qualidades ocultas", que expressariam 'a presença de Deus no mundo' - estas foram excluídas da ciência física, levando

¹ sobre o assunto, ver BURTT, 1960, capítulo dedicado a Descartes.

junto a concepção simetricamente oposta, a auto-determinação dos seres naturais, pois ambas caíam sob a pecha de "aristotelismo", "dogmatismo da Escola", etc.

Exilada do mundo objetivo, a lógica da auto-determinação veio a encontrar, em Descartes, um solo fértil para se desenvolver: a consciência. O Sujeito cartesiano se constitui quando o pensamento humano realiza aquelas operações atribuídas por Aristóteles ao pensamento divino: pensar-se a si mesmo, de modo que agente e paciente se fundam em uma unidade auto-subsistente. Através do dualismo cartesiano de "res cogitans" e "res extensa", um sujeito definido em termos de auto-determinação coexistirá com a imagem de uma natureza passiva, redutível às operações mecânicas elementares, da qual o homem nunca poderia ter emergido. Neste contexto, era previsível que o diálogo homem-natureza, que poderia se ampliar através do método experimental, fosse se restringir à representação e "domínio" da natureza.

Spinoza e Leibniz, por meio da 'Substância' e das 'Mônadas', trouxeram de volta o problema da auto-determinação para o mundo objetivo - mas, deve-se ressaltar, não para a natureza material! A dependência da "natureza naturada" frente à "natureza naturante" traduz a heteronomia da natureza material, inaugurada por Platão; a imaterialidade das 'Mônadas' e a harmonia preestabelecida (por uma "Mônada das Mônadas") mostram que a preocupação de Leibniz não era com a autonomia da natureza material.

Kant decerto definiu o ser vivo como auto-determinação², mas este é um ponto isolado que conflita com as orientações gerais da Crítica da Razão Pura, onde impera o modelo da física-matemática newtoniana. Talvez o Kant

² Na Crítica da Faculdade de Julgar, § 65, 'apud' DUMOUCHEL, 1983, pag. 593.

dos Fundamentos Metafísicos da Ciência Natural (1786) e das Obras Póstumas (1795-99) tenha procurado refazer tais orientações, mas, ao que tudo indica, a introdução da lógica da auto-determinação no âmbito da natureza só atinge a biologia, por sua proximidade com a 'Razão Prática' humana, reino por excelência da auto-determinação. Na ausência de um estudo mais cuidadoso, que detectasse até que ponto a lógica da auto-determinação migra da 'Razão Prática' para os domínios da natureza orgânica e inorgânica, podemos apenas afirmar, com cautela, que o interdito à intervenção da filosofia nos domínios da Ciência da Natureza provavelmente contribuiu para o abandono dos problemas postos por Aristóteles. De fato, seria preciso um esforço muito grande para retomar estes problemas nos quadros da ortodoxia newtoniana, eleita por Kant como o único discurso competente sobre a natureza.

Uma concepção bem marcada da auto-determinação já se encontrava na 'Razão Prática' de Kant, no 'Eu' de Fichte, e, especialmente, no 'Absoluto' de Schelling; porém, dentre estes audaciosos alemães, foi Hegel quem deu o passo decisivo (inclusive para a Filosofia da Natureza), ao tratar a auto-determinação como problema lógico, ultrapassando os limites do dever moral, da intuição e do misticismo. Decerto a lógica hegeliana possui conotações extralógicas, mas é ao menos um discurso sobre a auto-determinação, capaz de elucidar esta noção e, assim, justificar o seu uso em outros domínios. Quer concordemos ou não com o modo pelo qual Hegel explicitou o problema da auto-determinação, temos que reconhecer que ele foi quem primeiro penetrou, com um discurso racional, em um campo antes reservado à religião e à ética.

Embora seja seguro afirmar que Hegel foi o primeiro filósofo a explicitar o problema da auto-determinação e oferecer uma resposta racional para tal problema, não é

tarrafa das mais fáceis dizer que resposta é esta. Tentaremos começar através da interpretação hegeliana de Aristóteles. Foi Hegel quem, abandonando a versão escolástica do aristotelismo, veio a interpretar a 'energeia' como atividade (Tätigkeit) auto-determinada, ou seja,

"mouvement, répulsion, et, par là, identité à soi-même dans la distinction" (HEGEL, Vorlesungen über die Geschichte der Philosophie, pag. 295, 'apud' AUBENQUE, 1974, pag. 103)

Nas palavras de LEBRUN, referindo-se à interpretação hegeliana de Aristóteles:

"L'idée maîtresse qu'il introduit est celle d'un changement qui se donne ouvertement comme changement de soi, auto-determination - ou encore activité" (LEBRUN, 1983, pag. 334).

Além de conceber a 'energeia' como atividade, Hegel ainda contestou a transcendência do 'telos'. Aristóteles teria aproximado, senão identificado, os conceitos de fim (no sentido de finalidade interna) de vida e de ato³. Evidentemente, AUBENQUE - como vimos anteriormente - irá discordar de ambas as coisas. Para ele, 'energeia' tem um sentido divino, e assim, introduzir a mobilidade no seio da 'energeia' equivale a introduzir a mobilidade no Primeiro Motor. AUBENQUE tem uma argumentação forte contra Hegel, que se refere à confusão de Hegel entre o Primeiro Motor e o Primeiro Céu, e conclui que

"Aristote ne parle jamais, s'agissant de Dieu, d'une 'activité se rapportant à elle-même', car la relation, fût-ce à soi-même, supposerait une dualité et par là même un élément de potentialité, incompatible avec la pureté de l'acte divin" (AUBENQUE, 1974, pag. 105).

³ cf. AUBENQUE, 1974, pag. 103.

O processo de perpétua busca da unidade de seres cindidos pela mobilidade caracterizaria apenas os seres do mundo sublunar, e não o Primeiro Motor. Este, enquanto unidade não-diferenciada, seria transcendente à natureza material, apenas imitável em sua unidade, mas não atingível pelos seres móveis, pelo motivo de que estes seres buscam sua unidade através de novos movimentos, que geram novas cisões - ou seja, não é possível atingir a plena unidade através da mobilidade, pois é a própria mobilidade que divide; apenas um ser imóvel pode ser plenamente uno.

A argumentação de AUBENQUE nos parece correta, mas precisamos ressaltar que, se 'energeia' aplica-se também aos seres do mundo sublunar, como acreditamos, a interpretação hegeliana de Aristóteles pode não ter acertado quanto ao Primeiro Motor, mas acertou em cheio quanto àquilo que caracteriza os seres naturais ⁴.

É na filosofia aristotélica da natureza que Hegel teria encontrado inspiração para o seu 'Lógos' - unidade diferenciada, que se unifica através do movimento, e não no Primeiro Motor, que Aristóteles afirma ser uma unidade indiferenciada. Entretanto, como AUBENQUE em seguida irá mostrar com acerto, a concepção aristotélica da unidade diferenciada, que se unifica através do movimento, é precária, pois o processo de auto-determinação e unificação só é bem caracterizado por Aristóteles, na filosofia da natureza, em seu primeiro momento, em que se estabelecem as cisões, não ficando claro o segundo, de unificação da unidade já pressuposta na divisão.

A crítica de Hegel se dirigiu contra a pretendida unidade do sistema aristotélico, e contra a pretendida função unificadora do Primeiro Motor. Como assinala AUBEN -

⁴ AUBENQUE, 1974, pag. 115, reafirma sua interpretação de 'energeia'; desta vez, citando Heidegger, sustenta que 'energeia' exprime 'a pura presença a si', e que 'nada tem a ver com actus e nada tem a ver com Tätigkeit'.

QUE:

"Chez Aristote, la recherche de l'unité n'est pas absente, sans quoi il ne serait pas ce philosophe spéculatif que salue Hegel; mais l'unité 'recherchée' n'est précisément présente que comme 'besoin', dont il est permis à l'interprète de reconnaître qu'il n'est pas 'satisfait'" (AUBENQUE, 1974, pag. 113).

Seria, então, nesta crítica, que estaria a maior 'fertilidade hermenêutica' das lições de Hegel sobre Aristóteles, segundo AUBENQUE⁵. Em uma escolha entre os dois, ficaria AUBENQUE com o grego, pois ele vê no inacabamento de sua 'pesquisa sobre o ser' uma virtude, a ser praticada com especial proveito nos dias contemporâneos, que assiste à decomposição do sistema hegeliano⁶.

Gostaríamos de lembrar em que ponto estaria a importância da interpretação hegeliana de Aristóteles para a filosofia da natureza (inclusive para a Fil. Natureza de Hegel, que veremos adiante).

Hegel atribui a Aristóteles a compreensão da 'energia' como

"cette négativité, cette efficacité active, qui consiste à se dédoubler (entzweien) soi-même comme pour-soi, à suspendre (aufheben) l'unité et à poser le dédoublement (Entzweiung)" (HEGEL, Vorlesungen, pag. 286, 'apud' AUBENQUE, 1974, pag. 114).

AUBENQUE retruca, com autoridade filológica, que

"Rien n'autorise Hegel à voir dans l'acte aristotélicien, qui, à différence de la puissance, est simple et univoque, un mouvement d'auto-dissociation et de retour à soi, sorte de préfiguration de l'odyssée de la conscience" (AUBENQUE, 1974, pag. 115).

⁵ AUBENQUE, 1974, pag. 115.

⁶ cf. AUBENQUE, 1974, pags. 119-120.

Entretanto, nada nos impede de aplicar o raciocínio hegeliano não propriamente à 'energeia', mas à substância hilemórfica, que é (principalmente) forma, mas forma em atuação na matéria. A presença da matéria seria justamente o elemento negativo no seio do ser (natural), condição necessária para o 'desdobramento de si mesmo'. Em outras palavras, o 'ato' é simples e unívoco, sim, mas, enquanto é ato sobre a matéria, tem uma função unificadora, em seres que são divididos, não devido ao ato, mas à matéria: os seres naturais. Evidentemente o raciocínio não se aplicaria ao Primeiro Motor, imaterial e imóvel - mas será que Hegel pretendia tal coisa ?

Como entende LEBRUN, Hegel pretendeu atravessar o abismo entre o Primeiro Motor e o pensamento humano ⁷ ; a primeira consequência era trazer a 'energeia' para a natureza, eliminando a transcendência ('separação') do Primeiro Motor. Hegel (e LEBRUN) entendem que este seria o caminho do próprio Aristóteles: se ele era um anti-platônico, nada mais apropriado que eliminar o resquício de platonismo, que era a separação do Primeiro Motor; mas, eliminando tal separação, obtêm-se um efeito suplementar, o de se podar o mundo sublunar de sua finitude: a unidade plena, o "bom infinito", seria então aberto aos seres naturais - ao menos ao pensamento humano.

LEBRUN nota que

"Avec Aristote l'eidos cesse d'être un 'substantiel' étranger à ce qu'il détermine, 'lointain et extérieur', et la frontière s'efface entre la Forme et son réceptacle" (LEBRUN, 1983, pag. 341).

Mas Hegel está ainda interessado em dar, por Aristóteles, um passo que o estagirita não deu (com o qual AUBENQUE, zeloso intérprete, não poderia concordar). De

⁷ cf. LEBRUN, 1983, pags. 339-341.

fato, Hegel está interessado em introduzir a materialidade dentro da forma⁸ (isto é, toda a materialidade), o que implica introduzir "um elemento de potencialidade" na 'energeia'. Mas não na 'energeia' divina, como interpretou AUBENQUE, e sim na 'energeia' do pensamento humano, que é o modelo hegeliano de 'energeia', cuja localização seria 'nem tanto ao céu, nem tanto à terra': está em uma região intermediária, entre as cisões irreduzíveis dos seres naturais aristotélicos e a unicidade parmenídica do Primeiro Motor.

A interpretação de LEBRUN nos indica exatamente que o pensar é o modelo da 'energeia' em Hegel, e que para Hegel o divino perde a transcendência do Primeiro Motor e se identifica com o pensar:

"Or, qu'est-ce que l'energeia à l'état pur ? C'est le fait que quelque chose, d'entrée de jeu, possède son contenu du fait qu'il exerce sa fonction: l'acte de voir n'a pas d'autre contenu que son fonctionnement, à savoir la vision. Ce qui est divin à proprement parler, ce n'est donc pas "Dieu" en tant qu'il serait reçu dans son propre intellect ou atteint par l'intellect humain. Ce qui est divin, c'est le penser (das Denken). Ou, plus précisément, c'est le fait que la raison, que toute raison, n'exécute sa performance qu'en possédant son objet - que das Objektive und das Denken (die Energie) ein und dasselbe ist" (LEBRUN, 1983, pag. 345).

Dito isto, estamos já no interior do pensamento hegeliano.

⁸ LEBRUN, 1983, pag. 341.

2.2 - A AUTO-DETERMINAÇÃO COMO "COMEÇO"

A noção de 'Logos' pressupõe a dissolução da oposição sujeito-objeto, que marcou a filosofia moderna de Descartes a Kant. É certo que Spinoza e Leibniz vieram a construir sistemas metafísicos, mas estes sistemas, aos olhos de Hegel, precisariam não só justificar-se frente ao tribunal kantiano da razão - o que implicaria dissolver o próprio tribunal - como também superar internamente a "oposição da consciência". As razões arroladas por Hegel para processar tal dissolução envolvem uma avaliação da história da cultura ocidental, e do papel da filosofia na cultura, que não temos condições de rever aqui. Partiremos já do ponto de vista do "saber absoluto", pressupondo que a argumentação de Hegel na Fenomenologia do Espírito seja aceitável.

A Ciência do 'Logos' tem como pressuposto a unidade do pensamento (forma) e do pensado (matéria), o que implica que o fundamento do pensar (a verdade) não pode ser exterior à atividade de pensar. Como assinala FLEISCHMANN:

"une des erreurs fondamentales de Kant sur le plan gnoséologique fut ne pas apercevoir que la connaissance empirique ou sensible, une fois entrée dans le champ philosophique, devient une pensée au même titre que n'importe quel autre contenu du savoir. Le fait qu'il y a des connaissances qui viennent de l'extérieur ou de l'intérieur n'a épistémologiquement aucune espèce d'importance, pour ne rien dire du simple fait que la distinction entre 'extérieur' et 'intérieur' est elle-même une construction philosophique" (FLEISCHMANN, 1968, pag. 40-41).

Pode-se objetar a respeito da interpretação de Kant feita por FLEISCHMANN, mas não há dúvidas de que esta também é a interpretação hegeliana de Kant, como se pode notar nos dois Prefácios e na Introdução à Ciência da Lógica.

Ainda segundo FLEISCHMANN, deve-se compreender que

"la logique, le penser en général, ne peut avoir 'deux sources', l'une empirique, l'autre intelligible, mais une seulement: la spontanéité créatrice du penser lui-même" (FLEISCHMANN, 1968, pag.234).

A inspiração da Ciência da Lógica estaria na sugestão, do próprio Kant, de uma "unidade original-sintética da apercepção", que se torna em Fichte o 'Eu' (Ich) . Hegel teria, segundo FLEISCHMANN, desembaraçado o sujeito transcendental da necessidade de acolhimento de dados; para Hegel,

"la notion logique du penser est parfaitement capable de produire, d'elle-même et par elle-même, des contenus (...) Ainsi, le Concept de Hegel sera justement un entendement qui produit ses contenus (...), le centre de sa conception logique: la logique n'est rien d'autre que la description du λόγος dans sa processualité créatrice, non dans son accueil passif des contenus 'extérieurs'" (FLEISCHMANN, 1968, pag. 339).

"l'objet connu est déjà du pensé, la pensée ne se réfléchit sur elle-même qu'en se produisant, en s'objectivant. L'extérieur n'est plus un déjà là qu'il faudrait ensuite unifier; c'est la pensée que se déploie, s'exteriorise dans les significations qu'elle travaille" (LIVET, 1984, pag.35).

Na ciência do Lógico (das Logische)⁹, encontramos a noção de auto-determinação do Lógico no capítulo sobre a Idéia Absoluta, onde o pensar já está de posse do resultado positivo do método especulativo (cf. § 82). Hegel nos diz que o Começo, que é o ser ou o imediato, sob o ponto de vista da Idéia Absoluta, é "sua auto-determinação que, enquanto negação absoluta ou movimento do Conceito, separa e se põe como negação dela mesma" (§ 238); é o

⁹ que acompanharemos na Encyclopédie des Sciences Philosophiques en Abrégé, Trad. por Maurice de Gandillac, cujos parágrafos serão citados no próprio texto, com tradução nossa.

próprio Conceito em-si, ainda não posto mas já pressuposto como Conceito.

'Auto-determinação' é então uma noção que diz respeito ao começo do movimento do Lógico, o que nos remete à Lógica do Ser, onde encontramos as categorias do "Conceito em-si".

As determinações do "conceito em-si" são as suas categorias mais simples, e exteriores entre si. ... O pensamento passa de uma a outra sem estabelecer conexões entre elas, por isso Hegel diz que o Conceito "se situa fora de si mesmo"; mas, como se trata de determinações que o próprio Conceito produz, o Conceito não se satisfará com a sua exterioridade e se movimentará no sentido de estabelecer mediações entre as categorias; por isso ele "se aprofunda em si mesmo" (§84).

Apenas as primeiras e terceiras determinações de um domínio são definições do absoluto, na medida em que as últimas são "o retorno, a partir da diferença, à relação simples com si mesmo"; as segundas determinações são definições do finito, na medida em que "constituem um domínio em sua diferença" (§ 85).

A noção de 'auto-determinação', assim, não se resumirá a uma das categorias da Lógica do Ser (ou de toda a Ciência da Lógica), pois ela diz respeito ao movimento que produz categorias, passa por elas e as repõe; mas 'auto-determinação', enquanto Começo, será ainda preliminar à unidade refletida, que é atingida como resultado de todo o movimento, quando se esgotam todas as possibilidades de novas determinações, e o pensamento opera em círculos, entre as determinações já produzidas.

A determinação de categorias, se é auto-determinação da Idéia, já pressupõe - de modo não desenvolvido e explícito - uma unidade que se determina; mas, enquanto auto-

determinação, é uma operação que permanece presa ao finito.

Como afirma BRUNELLI:

"Conhecimento em termos de Conceito como método significa que o começo tem tudo que depois vai se seguir do começo. É a totalidade como universal imediato, simples com relação ao que vai se seguir. Se o começo fosse apenas identidade, não haveria movimento. Ele tem que passar por sua partição, tem que ter em si a sua primeira negação, que faz com que ele passe para o outro de si mesmo. É a necessidade do processo (passagem) no seio do Absoluto" (BRUNELLI, 1984, pag. 23).

Assim, o Começo não é propriamente o primeiro termo da série (o Ser puro), mas a operação de gerar a série e de ultrapassar seus termos, em direção a um Fim já pressuposto mas ainda não conhecido. A operação de auto-determinação não é suficiente para suprimir a exterioridade das determinações do pensamento entre si, e realizar a unidade do pensado - pois é ela também a operação que gera as determinações - mas é capaz de pré-figurar esta unidade, através da reiteração destas determinações (a terceira reitera a primeira, etc.).

A cada reiteração corresponde a geração de uma nova diferença (as "segundas determinações"), pois é necessário, sob o ponto de vista do método, que o pensamento esgote o seu repertório possível de determinações; só quando o repertório tiver sido exaurido, será possível operar em círculo fechado ("bom infinito") e teremos atingido a unidade do pensado (a Essência). Restará ainda atingir a unidade do pensamento e do pensado (o Conceito realizado).

A imanência do Fim no Começo não se dá através de alguma das determinações do pensamento - o que seria um contra-senso. A grande invenção de Hegel foi conceber a presença do Fim por meio de contradições, ou paradoxos. Na Lógica do Ser, por exemplo, o pensamento, passando pelas

determinações exteriores entre si, irá incorrer em paradoxos, que o farão produzir novas determinações e, quando tal não mais fôr possível, gerar as mediações entre as determinações produzidas. Deste modo, o Fim surge como uma necessidade imanente, que rege o movimento do pensamento . O papel dos paradoxos não é o de destruir a coerência do pensamento, mas o de forçar o pensamento a prosseguir, de modo que as incoerências (nas quais fatalmente cairá) venham a ser suprimidas.

O que garante que o pensamento em movimento obterá coerência ao longo do percurso ? Segundo LIVET ¹⁰, o próprio processo conceitual assegura sua unidade, porque ele progressivamente reflete-se sobre si mesmo, e, em sua totalidade, fecha-se sobre si. A verdade não é definível fora do processo; as formas lógicas do conceito são "o espírito vivo da realidade" e nesta realidade "não é verdadeiro senão o que é verdadeiro em virtude destas formas, por elas e nelas" (§ 162, Remarque).

Definindo assim a verdade, Hegel pode utilizar sistematicamente a negação como um operador que media as determinações do pensamento entre si e progressivamente articula uma totalidade organizada.

Segundo FLEISCHMANN,

"L'interêt de Hegel pour la 'negativité' est d'origine extra-logique et constitue un résidu de sa période romantique (...) (Os filósofos da ironia romântica) ont interprété très librement l'ironie socratique jusqu'à en faire une méthode universelle de destruction de la 'raison' - survivante détachée du siècle des Lumières - par ses propres moyens, laissant ainsi la place à l'intuition, au sentiment, à l'inspiration du moment" (FLEISCHMANN, 1968, pag. 30)

Ao lado desta função destrutiva, Hegel atribuirá à negação um papel construtivo.

¹⁰ LIVET, 1984, pag. 35.

Hegel redimensionou a negação, utilizando-a como método da Razão que dissolve as determinações finitas, permitindo ao pensamento ascender a patamares superiores, nos quais as determinações finitas são suprimidas e conservadas, "suprassumidas" (Aufhebung).

Referindo-se ao método dialético, escreve BRUNELLI:

"Pensar significa estar no princípio e caminhar sem sair dele, ou seja, estar constantemente voltando ao princípio, fazendo com que o pensamento seja sistemático. Sem dúvida alguma, o ponto de inflexão desse movimento é a negatividade. É ela que permite o movimento que, partindo do começo, volta ao começo; mas a negação contém o começo e faz surgir o resultado que é a força infinita que contém dentro de si os opostos. É ela que nos ajuda a escapar do mau infinito, ou seja, de um processo que caminha sempre sem nunca chegar ao seu termo" (BRUNELLI, 1984, pag. 25).

O começo conduz necessariamente ao momento negativo do Lógico; para isto, já é negativo. Podemos inferir que a auto-determinação do Lógico, correspondendo ao começo, também é negativa, no sentido em que nega as determinações finitas, escapando do mau infinito, e faz surgir um resultado positivo - que corresponde ao fim.

Para compreendermos melhor a auto-determinação, devemos então examinar o funcionamento da 'negação'. A esfera na qual a negação funciona como mediação efetiva é a Lógica da Essência; mas já na Lógica do Ser encontramos a negação funcionando, sob o modo de "passagem".

Lançando mão da interpretação de LIVET¹¹, podemos esquematizar o funcionamento da negação em quatro etapas, que estruturam tanto o movimento de toda a Lógica quanto as operações do pensamento em cada esfera particular. As

¹¹ LIVET, 1984, pags. 42-43.

quatro etapas, em seu conjunto, constituem o "método dialético". O que acontece na Lógica do Ser é que, como veremos, aí o pensamento só opera com as três primeiras etapas, e, por isso, se remete para a Lógica da Essência.

As quatro etapas são as seguintes:

- a) o dado, o imediato, o valor inicial - as determinações mais simples (em relação às que se sucedem);
- b) o negativo, resultado de uma operação de pensamento que transforma o dado em mediatizado;
- c) um positivo, resultado da aplicação do negativo a si mesmo;
- d) a unidade do imediato e do mediatizado, o operador reflexivo que é seu próprio dado.

Na Lógica do Ser, só encontramos o bloco a-b-c. A estrutura da esfera do Ser pode ser esquematizada assim:

- a) Qualidade
- b) Quantidade
- c) Medida

As sub-estruturas assim: Qualidade:

- a) Ser
- b) Presença
- c) Ser-para-si

Quantidade:

- a) Quantidade Pura
- b) Quantum
- c) Degrau

Medida:

- a) Regra
- b) Progressão Infinita
- c) Bom Infinito

E cada sub-estrutura, por sua vez: Ser:

- a) Ser Puro
- b) Nada
- c) Vir-a-Ser

e assim por diante.

A Ciência da Lógica é um discurso circular exposto, por motivos técnicos, em forma linear - i.é., tal como os livros são lidos normalmente. Nesta forma linear, podemos dizer que os resultados positivos de cada bloco a-b-c (por

exemplo, o Vir-a-Ser é o resultado do bloco Ser/Nada/Vir-a-Ser) são tomados como valores iniciais para o bloco que se segue (por exemplo, o Vir-a-Ser é tomado como valor inicial para o bloco da Presença).

Mas, como as determinações da esfera do Ser são , mesmo quando mediatizadas, ainda simples e pouco reflexivas, o pensamento não atinge aí a quarta etapa do 'método dialético', o que só ocorrerá na Essência, e na parte dialética da Lógica do Conceito, que correspondem ao Meio.

Hegel explica que o Meio (§ 239-241) é o momento da reflexão; na Essência, é o aparecer-no-oposto, e, no Conceito, a separação da singularidade e da universalidade.

O Fim só é atingido na Idéia Absoluta (§ 235), embora possamos dizer que já estivera em trabalho durante todo o percurso, pois a Idéia é o próprio método, que se traduzia em necessidade e agora se mostra como liberdade do pensamento, e imanência da verdade à atividade de pensar. O Fim está além do método dialético; todas as determinações agora são concebidas como internas ao 'Lógos' que se diferencia e se reunifica por meio de suas diferenças. A negatividade é vista como sua propriedade (cf. § 242) , e não como uma operação do pensamento frente à exterioridade; estamos no âmbito do método especulativo, que discursa sobre o método dialético e sobre o próprio método especulativo.

Nossas referências ao Meio e ao Fim têm por objetivo apenas distingui-los do Começo. Pensamos ter caracterizado as operações Lógicas que caem no âmbito do Começo, e quais as que o Começo prepara mas não realiza. Nosso interesse prende-se à noção de auto-determinação do 'Lógos', que pretendemos adiante referir à Filosofia da Natureza. Para chegar à Filosofia da Natureza, contudo, teremos que ter uma visão panorâmica do Sistema hegeliano.

2.3 - LÓGICA E NATUREZA

Nos § 574-577, Hegel trata dos três silogismos , Lógica-Natureza-Espírito, Natureza-Espírito-Lógica e Espírito-Lógica-Natureza, os quais, segundo LÉONARD ¹², expressam a coerência orgânica da totalidade do Sistema. Os três silogismos são, nas palavras de Hegel, os fenômenos da "Idéia pensando-se a si mesma". Como explica LÉONARD:

"Le concept de la philosophie, c'est donc l'Idée se pensant elle-même, c'est l'Idée logique, mais l'Idée logique en tant qu'elle n'est plus quelque chose de premier ou d'immediat, mais bien ce qui est posé par l'Esprit, au terme du processus de la science, comme le résultat de ce dernier " (LÉONARD, 1971, pag. 506).

Em cada um dos silogismos, um dos três termos é o termo médio. A Natureza ocupa as três posições; no primeiro, o da 'auto-apresentação' do 'Lógos', a Natureza desempenha o papel de mediadora entre o Lógico e o Espírito - o que é possível porque

"Loin de constituer un écran opaque entre l'Esprit et le Logique, elle n'est qu'un moment pas sager qui laisse bientôt transparaitre l'Idée virtuellement présente en elle" (LÉONARD, op. cit., pag. 507).

LÉONARD entende que é o terceiro silogismo que faz a unidade do Sistema. Neste, a verdade Lógica é o termo mediador, o que significa que:

"C'est donc à partir du Logos que sont saisis la nécessité et le caractère propre de la Nature et de l'Esprit (...) (Os dois primeiros silogismos) sont inséparables l'un de l'autre et indissociables du troisième qui en fait l'unité, puisqu'en lui il se trouve conjoint et unifié, grâce à l'auto-manifestation spirituelle de la Raison-qui-se-sait dans la transparence même de l'Idée absolue, que (...) l'Idée éternelle étant en-et-pour-soi s'actue, s'engendre et jouit éternellement de soi comme Esprit absolu (§ 577)" (LÉONARD, op. cit., pags. 523-524)

¹² LÉONARD, 1971, pags. 504-510.

Não pretendemos entrar na discussão da saída da Lógica para a Natureza; basta-nos saber que o pensamento, tendo já apreendido todo o pensável e fundado em si toda a verdade, decide livremente sair de si e interpretar o mundo em que se dá a experiência - a natureza. No contexto da Enciclopédia, podemos concordar com LÉONARD¹³ que se trata de um processo de identificação consigo mesma da Idéia, entendendo-se que, em Hegel, identificar-se consigo mesmo significa diferenciar-se de si e negar esta diferença. Nas palavras de LÉONARD:

"La distance de soi à soi impliquée par cette identification avec soi constitue l'Idée comme Nature et par là fonde la philosophie de la Nature, qui est, dans la terminologie hégélienne, la science de l'Idée dans son être-autre, c'est-à-dire de l'Idée dans son altérité, dans sa différence avec éloignement de soi (...) Quant à l'acte même de l'identification avec soi de la Pensée, acte impliqué dans le 'soi' de l'expression 'identique avec soi', quant au processus de retour à soi hors de la différence et de coïncidence active avec soi, il est constitutif de l'Idée comme Esprit et par là fonde la philosophie de l'Esprit, qui est la science de l'Idée qui, de son être-autre, retourne en soi" (LÉONARD, 1971, pag. 497).

A preocupação de LÉONARD é saber como, sendo a natureza a "exterioridade a si da Idéia" e, portanto, o que há de "menos unificante"¹⁴, como pode a Natureza mediatizar o Lógico e o Espírito. A nossa pergunta será outra: se a Lógica contém todo o pensável, a Filosofia da Natureza deve realizar um certo conjunto de operações Lógicas; quais as operações que a Natureza realiza, e quais ela não realiza ?

¹³ LÉONARD, 1971, pag. 496.

¹⁴ LÉONARD, 1971, pag. 504.

Tomaremos como ponto de partida a análise de BOURGEOIS ¹⁵. Assim como LÉONARD, ele entende que a Filosofia da Natureza estuda, nas palavras de Hegel, a "Idéia na forma de ser Outro"; a Natureza, agora segundo BOURGEOIS,

"é a Idéia como outro que ela, ou seja, exterioridade a si mesma. É a esfera da dispersão, da contingência, da finitude. Contudo, como essa exterioridade a si é a exterioridade a si da Idéia - da interioridade concreta - esta está de fato na natureza, mas como um interior exterior àquilo que é interior" (BOURGEOIS, 1979, trad. MENESES, pag. 34).

Neste ponto, mais que esclarecer a saída da Lógica para a Natureza, é preciso esclarecer que tipo de relação há entre Lógica e Natureza. BOURGEOIS parece tender a explicar esta relação através de uma analogia entre o papel desempenhado pela Natureza como mediação entre o Lógico e o Espírito, e a Lógica da Essência como mediação entre a Lógica do Ser e a Lógica do Conceito:

"Como identidade diferente da diferença de que é identidade, (a Idéia) está ali (na Natureza) sob o modo da essência, de separação do conceito como essência da natureza e da natureza como fenômeno do conceito (...) Assim, a natureza é alienação do conceito ou da razão no sentido de que nela o conceito está como simples essência e a razão, como entendimento; ou seja, sob a forma da negação de si. A essência do conceito é de não ser somente, como conceito, a essência daquilo de que é conceito: por isso o conceito nega essa negação de si que é como natureza. Por essa negatividade, a natureza é, pois, dialética; é o processo de contradição de si" (BOURGEOIS, op.cit., pags. 43-44).

A aproximação de BOURGEOIS é boa, mas deveria ser melhor confrontada com o texto da Filosofia da Natureza, para verificarmos se ela se harmoniza com todas as suas partes.

¹⁵ BOURGEOIS, 1979, pags. 43-45.

A Primeira Seção, a Mecânica, trata (§ 253) da "exterioridade de todo abstrata", da "exterioridade isolada" e da "matéria na liberdade de seu conceito de si". Ora, neste momento o conceito não está como "simples essência", nem podemos dizer que a natureza seja já "dialética"; seríamos mais precisos se aproximássemos as operações da "Mecânica" às operações Lógicas da Lógica do Ser, em que a negação já opera, mas sem ainda unificar o pensado em uma "essência", e sem ainda operar a mediação para o Conceito.

A Terceira Seção, a Física Orgânica, trata (§ 337) dos organismos geológico, vegetal e animal. Ora, nós não podemos deixar de notar, aqui, a grande semelhança entre o "organismo animal" e a "Idéia da Vida" (§ 216). O "organismo animal" já contém o "retorno negativo a si mesmo da relação de exterioridade" (§ 353), o que já está além da "simples essência" e da "contradição de si". Ou seja, já estamos no âmbito do que é pensável na Lógica do Conceito.

A Filosofia da Natureza abrange domínios do pensável que vão além e aquém da Lógica da Essência, por isso parece razoável propor uma correspondência entre:

Lógica do Ser	Mecânica
Lógica da Essência ...	Física
Lógica do Conceito ...	Física Orgânica

Entretanto, cometeríamos um imenso erro se nos esquecêssemos principal característica da Filosofia da Natureza: "a natureza não contém em si mesma o fim absoluto" (§ 245); portanto, a Filosofia da Natureza deverá ser análoga à Lógica, decapitada da Idéia Absoluta. A Filosofia da Natureza contém as operações Lógicas do Começo e do Meio, mas não do Fim; ela prefigura o Fim, mas não o realiza - remete ao Espírito e se suprime enquanto Natureza. Contudo, o Fim opera desde sempre na Filosofia da Natureza, e aí surge como necessidade imanente. A esta necessidade nomearemos: a auto-determinação na Filosofia da Natureza. Ou melhor: a auto-determinação da Idéia como

Natureza (de acordo com nossa análise do termo 'auto-determinação', e com o § 246) . A auto-determinação da Idéia conduz ao Espírito - à Idéia concreta, realizada.

Hegel superou a concepção heteronômica da Natureza de Platão e do platonismo através da introdução da negação na Idéia (i.é., negação das determinações produzidas pela própria Idéia, e, via negação da negação, retorno a si). A operação de negação em Hegel é uma operação que inclui o termo negado, ao invés de excluí-lo (como nas lógicas clássicas). A Natureza como o Outro da Idéia é sinônimo da imanência da Idéia na Natureza; a Idéia opera na Natureza, embora não se realize nela, pois a Natureza não pensa.

Embora não pense, a Natureza é capaz da reflexividade interna, das operações circulares do Conceito. O Organismo Animal não é uma mera imantação do Espírito; tal momento ainda está no âmbito da Natureza, e é consequência necessária dos momentos que o precedem.

Parece que LÉONARD carrega um pouco os tons quando afirma que

"La Nature en effet est impuissante à engendrer naturellement l'Esprit et c'est bien cette dernière indigence qu'elle proclame en trouvant dans la mort le sommet de son recueillement. La mort est ainsi dans la Nature l'annonce de la parousie imminente de l'Esprit (...) La vraie vie est ailleurs" (LÉONARD, 1971, pag. 501).

LÉONARD parece fugir ao espírito da suprassunção, que é o de suprimir conservando, em um nível superior. A relação entre a vida orgânica e a vida espiritual não é de oposição do tipo falso-verdadeiro, mas é uma superposição de níveis Lógicos. Além disso, não existe o caso de "a Natureza engendrar naturalmente" alguma coisa - isto corresponderia a "esquecer" o que a Natureza é: Idéia exteriorizada, que retorna a si, mediando-se na Natureza. Ou seja: não há mediação da Idéia Lógica para o Espírito que não seja pela Natureza; não há 'presença' imediata.

Para pensarmos a auto-determinação da Idéia na Natureza teremos que levar em consideração a concepção hegeliana da Finalidade (Teleologia), que é estudada na segunda parte da Lógica do Conceito, que trata do Conceito Objetivo. O objetivo desta menção é elucidar como Hegel entende a relação Lógica entre Começo, Meio e Fim, e, não, associar o processo Lógico com categorias do entendimento da natureza empírica.

No Mecanismo (§ 194) partimos do Objeto como totalidade indiferente a sua unidade, que se degrada em diferenças. A pluralidade gerada é intrinsecamente inconsistente, pois supõe a existência de uma totalidade, na qual se definem os elementos que se dispõem como 'partes extra partes'¹⁷.

Hegel cita as mônadas leibnizianas como exemplo¹⁶. A 'Mônada das Mônadas' (totalidade indiferente) se divide na multiplicidade de mônadas independentes, mas cada mônada é um negativo refletido sobre si, e se manifesta segundo um poder que lhe é inerente, graças à reflexão sobre si. Do mesmo modo, o mecanismo é inicialmente concebido como um agregado de objetos diferenciados e exteriores uns aos outros, mas estes objetos, negendo-se a si mesmos, negam sua independência, tornando-se unidade negativa, uma centralidade que se dirige para o exterior e se correlaciona com ele. O exterior compõe-se de outros objetos centrados em si mesmos. Da correlação entre os objetos-mônadas surge a pulsão ou descjo (§ 196). Em um terceiro momento, constituem-se leis gerais, ou uma centralidade absoluta (§ 198), tal que a auto-produção e a conservação dos indivíduos é por ela mediatizada.

¹⁶ em Science de la Logique, 1976, trad. S. Jankélévitch, pags. 194-196.

¹⁷ ver FLEISCHMANN, 1968, pags. 189-190.

O Quimismo é o momento da tensão entre a generalidade objetiva e a independência de cada indivíduo. O fundamento da tensão está na imediatidade na qual o Conceito é tomado. A tensão enseja a produção de um termo neutro : o vai-e-vem de uma forma individual a outra, cada uma ainda permanecendo exterior às outras (§ 203).

Na Teleologia o Conceito, negando-se como exterioridade e imediatidade, se põe como livre e por si, como Fim. A finalidade advém da insuficiência do mecanismo e do quimismo (§ 204).

Na Teleologia, dissolve-se a oposição entre determinismo e indeterminismo. Para Kant, certos fenômenos afetam nosso entendimento de modo causal e outros de modo teleológico, e para ele a hipótese determinista é a única de ordem objetiva. Segundo FLEISCHMANN, Hegel reformula o problema, compreendendo a finalidade como

"ni plus ni moins que l'attribution d'un minimum d'autonomie d'action à l'objet de nos observations (...) quelle est donc la structure conceptuelle de cette activité à l'intérieur de la réalité objective ?" (FLEISCHMANN, 1968, pags. 299-300).

Na Finalidade, o agente não é modificado do exterior; o Fim é interior e espontâneo. Ao falar-se de Fim, pressupõe-se um processo de auto-produção, no qual o Fim já existe em um estado inicial, e conduz a um resultado final. Segundo FLEISCHMANN, sob o ponto de vista do Conceito, trata-se de

"la fin que se réalise" (FLEISCHMANN, op.cit., pag. 301).

Na análise de FLEISCHMANN, o Fim não seria, inicialmente, distinto do estado inicial, mas é também desdobramento do estado inicial. Então o estado final aparece como uma exterioridade frente ao estado inicial, o que é uma contradição. Tal é o momento da Finalidade Subjetiva. A separação entre Começo e Fim torna necessária a interven

ção de um Meio, para que o Fim possa se realizar. Porém, se o Fim tem necessidade de outra coisa que não ele mesmo para se realizar, não haverá mais auto-produção. Esta é uma situação de finitude, em que o Meio oferece resistência à finalidade, trazendo-lhe uma materialidade a ser superada.¹⁸

O Meio possui um sentido imanente, e a subjetividade carece deste sentido para os seus próprios fins: isto caracteriza o momento do Meio. A materialidade do Meio traz consigo o risco do 'mau infinito', aqui visto sob o aspecto da 'reificação' ou absorção do sujeito pelo Meio¹⁹. Mas o trabalho do sujeito irá gerar, nas palavras de FLEISCHMANN, um "algo mais" sobre a materialidade do Meio, o que faz pender o produto para o lado do fim inicialmente posto;²⁰ tal processo é o que Hegel chama de "ardil da razão" (§209). O que há de "mais" é a atividade do sujeito sobre si mesmo, sua auto-realização: a Idéia. Atingindo o Fim Realizado, no qual desaparece a oposição entre Forma e Conteúdo, estamos já no campo da Idéia (§ 212).

Podemos constatar que Hegel superou a ambiguidade da Teleologia aristotélica, que consistia ora em conceber o Fim como imanente ao agente, ora como separado do agente e existente em-si, ao modo de uma unidade indiferenciada. Ora, tal ambiguidade conduzia a dificuldades, que prejudicavam a noção de Teleologia. Hegel evita as aporias eliminando a transcendência do Fim em relação ao Começo e ao Meio: o Fim já está no Começo, e as contradições entre o Fim e o começo, e entre o Fim e o Meio, são condições necessárias para que o Fim se realize, negando-se e retornando a si.

¹⁸ FLEISCHMANN, 1968, pag. 302.

¹⁹ FLEISCHMANN, op.cit., pag. 305.

²⁰ FLEISCHMANN, op.cit., pag. 306.

Uma transposição do raciocínio para a Filosofia da Natureza é problemática, pois, ao contrário da Lógica, na Natureza o Fim não se realiza em seu âmbito, embora possamos dizer que a Natureza prefigura o Fim, na mesma medida em que o Começo e o Meio prefiguram o Fim na Lógica. A Lógica da Natureza só se manifesta quando o Fim, realizado fora dela, o Espírito, nela intervém, por motivações práticas e/ou teóricas; a Natureza não se reflete como Lógica por si mesma. Mas, desde que o Espírito intervenha, a tríade Começo-Meio-Fim se completa, e pode-se produzir toda a reflexividade que a Lógica possibilita.

Podemos concluir que a Natureza seria "menos unificante", ou pouco reflexiva, apenas sob o ponto de vista da própria Natureza. Mas este é um raciocínio por absurdo, pois se a Natureza tivesse um ponto de vista sobre si mesma, seria plenamente reflexiva; logo, como o discurso sobre a Natureza é sempre sob o ponto de vista do Espírito, o que implica em uma relação entre Espírito e Natureza e a completude da tríade Começo-Meio-Fim, não há sentido em se dizer que a Natureza não é unificante ou reflexiva. Toda a questão se resume em apreender tal reflexividade na Natureza; a reflexividade sem a qual a Idéia não se realiza como Espírito. Em outras palavras: se um Espírito interage com a Natureza, isto já pressupõe a reflexividade da Natureza sem a qual o Espírito não seria Real.

2.4 - A NATUREZA ORGANIZADA

Nos § 245-246, Hegel distingue a relação prática da relação teórica frente à Natureza. Na primeira, o homem se situa como "indivíduo imediato e exterior" frente a "qualquer coisa de imediato e exterior", o que o conduz a um ponto de vista "teleológico-finito". Tal ponto de vista só é capaz de levá-lo a constatar que "a Natureza não

contém em si mesma o fim absoluto" - conclusão justa, mas estéril. O importante seria, podemos dizer, compreender a medida na qual a Natureza prefigura tal fim, o que só será possível na relação teórica com a Natureza. Sob o ponto de vista teórico - que é o ponto de vista do Lógico - a Natureza possuirá "o aspecto de um organismo", uma organização, apesar de se apresentar empiricamente dispersa e afetada pela contingência.

Os dois modos de visar a Natureza darão origem a duas concepções complementares da Natureza (§ 248): "considerada na Idéia, a Natureza é divina, mas, tal como ela é, seu ser não corresponde a seu conceito; ela é, ao contrário, contradição não resolvida". O § 250 ressalta que a contraditoriedade da Natureza se manifesta na coexistência, em seu seio, da necessidade das formas lógicas com a contingência de sua realização. A contingência, aqui, é complementar à necessidade das formas Lógicas abstratas, porque é negando a contingência que a Idéia se realizará como Espírito.

As duas visões complementares da Natureza são novamente expostas nos § 250-251. O primeiro destaca o papel da contingência: a "impotência da natureza consiste em não conservar senão abstratamente as determinações do conceito e de expor a realização do particular a uma determinabilidade exterior"; o segundo ressalta o retorno a si do Lógico, através da negação da contingência, ainda no âmbito da Natureza: "A natureza é em si um todo vivo; mais precisamente, seu movimento através de seus diversos degraus consiste em que a Idéia se põe como é em si (...) e se produz na existência do Espírito".

Sendo "contradição não resolvida", a Natureza é simultaneamente exterioridade e reinteriorização da exterioridade: estes dois aspectos são complementares em uma descrição dos fenômenos naturais, e correspondem aos dois

tipos de acesso que o homem tem à Natureza: prático e teó-
rico.

A contraditoriedade da Natureza manifesta-se já no par Espaço-Tempo: estes são dois polos que se contradi-
zem, e dão origem a uma matéria ativa, tensionada pelos
princípios de repulsão e atração, que culminará, na gravi-
tação, por formar um sistema de corpos, e dará origem às
individualidades físicas.

Não temos condições, aqui, de analisar a Filosofia
da Natureza hegeliana, nem acreditamos que uma empresa des-
te tipo seja de grande valia, pelo motivo que mencionare-
mos adiante. Vale anotar que em diversos momentos, como a
Figura (§ 310), o Corpo como Sujeito (§ 316), o Calor (§
321), as Totalidades Individuais (§ 326), etc., encontra-
mos em Hegel a imagem de uma natureza ativa, gerativa, o
que se deve - para Hegel - às contradições. À medida em
que, através da negação da negação, a Idéia progressiva -
mente retorna a si (isto não se dá de um só golpe, com a
morte do organismo animal, ao final da Filosofia da Natu-
reza...), a Natureza se constitui como um "sistema de de-
graus" (§ 249), em que "um deriva necessariamente do ou-
tro", sem qualquer tipo de demiurgia.

BOURGEOIS faz um bom resumo do movimento Lógico na
Filosofia da Natureza. A Idéia exterioriza-se

"no elemento da diferença abstrata (puramente idên-
tica a si enquanto diferença) da exterioridade re-
cíproca completa, da singularidade isoladora infi-
nita. No exterior dela se encontra, pois, a iden-
tidade que é só ideal ou interior, ou que só exis-
te como tal na interioridade de um observador ex-
terior à natureza: é essa a esfera da mecânica.
A esfera da física é aquela onde a identidade es-
tá presente no nível da realidade diferente (con-
forme a relação essencial da diferença, caracte-
rística em Hegel de todas as esferas intermédias),
como diferença de seu aspecto diferente. Por isso
tem sua verdade na esfera orgânica, onde a identi-
dade da identidade e da diferença - isto é, o con-
ceito ou a Idéia - existe numa diferença cujo

conteúdo consiste numa diferença de identidades da identidade e da diferença, quer dizer: uma diferença de seres vivos que integram a diferença na identidade (é o orgânico em sua totalidade) e estão ligados por relações onde a diferença está ainda presente enquanto tal à sua natureza inorgânica e a seu gênero. A vida, enquanto conceito que existe como conceito naturalmente (no elemento da diferença, da alteridade, portanto num elemento inadequado à identidade concreta que o constitui) tem pois sua verdade no espírito, onde o conceito existe e se manifesta num elemento que é a própria universalização de sua essência: no elemento da identidade da identidade e da diferença" (BOURGEOIS, 1979, trad. MENESES, pags. 44-45).

A concepção hegeliana da Natureza parece ser satisfatória do ponto de vista do Sistema. A objeção que faremos repousa em considerações extrínsecas à obra hegeliana, e parte de uma distinção entre a proposta hegeliana e sua realização por Hegel.

No § 7 Hegel ressaltava a importância do "princípio da experiência" no contexto da cultura moderna, que, segundo ele, "encerraria a determinação infinitamente importante, de que, quando se trata de admitir e afirmar um conteúdo, o homem deve estar presente, de modo mais preciso, apreender este conteúdo em acordo e união com a certeza de si mesmo".

A crítica de Hegel ao empirismo grosseiro (§ 7 , § 246) é justa, pois tal doutrina não compreende que, como diz FLEISCHMANN

"c'est toujours une philosophie qui détermine les idées qu'on se fait sur l'ensemble des sciences" (FLEISCHMANN, 1968, pag. 364).

Ou seja, não se deve confundir "o curso da formação e os trabalhos preliminares de uma ciência" com "a ciência mesma" (§ 246), que é principalmente teoria, que não pode ser estritamente induzida de uma experiência pura.

Ainda no § 246, Hegel afirma que "a filosofia não só deve concordar com a experiência da natureza, como o nascimento e formação da ciência filosófica tem por suposto e condição a física empírica". Porém, se Hegel pensou apropriadamente as relações entre Filosofia e Ciências da Natureza, não se pode garantir que ele tenha compreendido da mesma maneira as relações entre os filósofos e os cientistas da natureza. Como escreveu MURE:

"Hegel held that the natural scientist provides the material which the philosopher must criticize and reconstruct dialectically, but he does not always conceive clearly the nature and scope of this co-operation" (MURE, 1984, pag. 357).

Não compartilhamos das conclusões de MURE a respeito do assunto. Parece que o motivo da discórdia entre hegelianos e a grande parte dos epistemólogos da ciência natural estaria no campo dos pressupostos - para não dizer, do 'ethos' da ciência.

Hegel entende que a evolução histórica do Ocidente teria conduzido o saber a um patamar no qual a distinção entre sujeito e objeto deveria ser suprassumida. Ora, toda a prática científica, moderna e contemporânea, se baseia em um princípio de objetividade - para os realistas, adequação entre objeto exterior e teoria, para os idealistas, uma objetividade a ser construída. Tal princípio de objetividade, por sua vez, justifica os dois pilares da ciência: uma linguagem própria, que visa evitar a fluidez das interpretações, e o método experimental, por intermédio do qual são postas questões para a natureza, como se diz, 'responder'. O princípio de objetividade não precisa ser, por sua vez, justificado em termos de teoria do conhecimento ou "ontologia"; pode ser justificado em termos éticos, como uma tarefa da qual os cientistas e pesquisadores de uma dada sociedade pretensamente racional estão incumbidos. Mesmo que saibamos que as teorias

não são induzidas da empiria pura, e que requerem a atividade do sujeito ou do Espírito, mesmo assim a objetividade continuará sendo uma regra do jogo da ciência, com os seus dois corolários: linguagem 'técnica' e suporte experimental. No jogo da ciência, a verdade depende da sustentação na certeza, ou da decidibilidade dos problemas postos em uma linguagem formal.

A proposta hegeliana, de se pensar a Natureza como auto-determinação (do 'Lógos'), se chocou contra o modelo de ciência cristalizado na mecânica newtoniana, e veio a ser desacreditada pela grande maioria dos cientistas e teóricos da ciência, porque Hegel não compreendeu o 'princípio da experiência' como um princípio de objetividade - o qual implica, para o filósofo que pretende 'cooperar' com o cientista, o uso da linguagem 'técnica' e a atenção às evidências empíricas.

As incursões de Hegel nos domínios científicos - a realização de sua proposta - se mostraram equivocadas, especialmente no caso da conservação da energia, cuja descoberta veio a desprivilegiar uma física do tipo 'qualitativa' ²¹. Também o 'jargão' hegeliano, baseado no uso peculiar da operação de negação, não se mostrou compatível com as exigências linguísticas que possibilitam a comunicação e coesão das comunidades de pesquisadores modernas, vindo a ceder à matemática o estatuto de linguagem da ciência.

A proposta de Hegel foi então prejudicada pelo modo como ele a realizou. Por este motivo, não nos interessamos pelos detalhes da Filosofia da Natureza, que dizem respeito a tal realização, mas sim pelos contornos de sua proposta, a qual teria voltado à tona atualmente, no contexto científico que estudaremos na Segunda Aproximação.

²¹ cf. PRIGOGINE e STENGERS, 1979, pag. 105.

O mérito da proposta hegeliana estaria em ter que brado, ao menos em um ponto (que é o que nos interessa), a cisão entre Razão Teórica e Razão Prática. Em Kant, o problema da auto-determinação estaria excluído do domínio da ciência; Hegel tentou, a seu modo, recolocá-lo como problema científico.

FLEISCHMANN, que é um otimista quanto ao sucesso da co-operação entre filosofia especulativa e ciências, possui ambições de maior porte²². Ele entende que as ciências são inacabadas e dispersas, e que caberia à filosofia não só representar o aspecto acabado do saber, quanto propor uma teoria da 'verdadeira' totalidade, que estrutura e engloba os domínios particulares do saber (i.é., as ciências). Se tais pretensões também fazem parte da proposta hegeliana, como defende FLEISCHMANN, parece-nos que novamente traduzem uma falta de compreensão frente ao jogo da ciência.

O ponto que nos interessa, na proposta hegeliana, é tocado por FLEISCHMANN um pouco mais à frente, em seu livro, quando se propõe a interpretar a 'finalidade' aristotélico-hegeliana:

"la totalité du réel n'est pas simplement là, mais elle est là en obéissant en même temps à un principe de structuration, elle est devenue ce qu'elle est. Ce devenir autonome de la réalité, non sa fabrication artificielle, est le seul présumé de la finalité aristotélico-hégélienne (...). La téléologie d'Aristote et de Hegel, en contraste avec toute pensée religieuse, maintient le caractère immanent des processus réels (il n'y a pas d'"au-delà") et c'est là aussi le point de vue des sciences sur ce sujet" (FLEISCHMANN, 1968, pag. 358).

Podemos dizer, em suma, que Hegel teria entendido a teleologia aristotélica como processo de auto-determi-

²² ver FLEISCHMANN, 1968, pags. 351-354, para o que se segue neste parágrafo.

nação, dissolvendo a ambiguidade que a noção de teleologia carregava consigo desde Aristóteles; e que, enquanto reduzida ao problema da auto-determinação, a teleologia pôde enfim cair no domínio do método científico, rompendo assim a demarcação entre os temas "metafísicos" e os temas "científicos" proposta por Kant.

Um segundo ponto, que se segue imediatamente do que foi dito, é: como tratar a auto-determinação como problema científico? As categorias filosóficas de Aristóteles e Hegel estão muito distantes das linguagens e da prática experimental das ciências da natureza²³. Talvez possamos apresentar a nossa Segunda Aproximação como uma tentativa de resposta à última pergunta. O termo 'auto-organização' denotaria justamente o esforço de se tratar a auto-determinação dos seres da natureza como problema científico.

²³ uma alternativa poderia ser "traduzir" a linguagem destes filósofos para a lógica matemática (como tem feito, por exemplo, DUBARLE, 1979). Outra alternativa, que parece ser mais tranquila, é utilizar o pensamento de tais filósofos como "inspiradores", extrínsecos à prática científica e respectivos instrumentos linguísticos.

CAPÍTULO III
A AUTO-ORGANIZAÇÃO NA FÍSICO-QUÍMICA

3.1 - UMA "GENEALOGIA DA AUTO-ORGANIZAÇÃO"

'Auto-Organização' é um conceito que tem sido usado em diversas áreas da ciência contemporânea. STENGERS¹ dedicou-se a elaborar uma genealogia deste conceito, observando dois grandes troncos, a físico-química e a cibernética.

STENGERS está em posição privilegiada para tratar da 'auto-organização' na físico-química, devido à sua longa e produtiva associação com Ilya Prigogine, o principal autor a ser estudado na área. Mesmo assim, ela tem dúvidas quanto ao significado do termo em Prigogine, que o utilizou inclusive no título de um livro (Self-Organization in Non-Equilibrium Systems).

Ela se questiona:

"Pourquoi "auto-organisation" ? Et plus précisément, pourquoi auto-organisation ? Le problème ne se poserait pas si des termes comme 'organisation spontanée' ou 'structuration spontanée' avaient été employés. Mais le redoublement, 'auto' e 'spontané' pose ici problème" (STENGERS, 1985, pag.62).

Um problema deste tipo não se apresentaria na cibernética, onde o uso do termo 'auto' serviria para opor a "cibernética de segunda ordem" à "cibernética de primeira ordem", conforme veremos no nosso próximo capítulo.

Entrevistando Prigogine, STENGERS apresentou-lhe uma hipótese a respeito da origem do uso de 'auto-organização' na físico-química, e Prigogine declarou-se incapaz de confirmá-la ou desconfirmá-la. A "pista" utilizada por STENGERS é uma citação de Prigogine em um livro escrito em colaboração com Glansdorff (GLANSDORFF e PRIGOGINE, Structure, Stabilité and Fluctuations, Paris, Masson, 1971), na qual os autores se referem ao embriologista e teórico da

¹ STENGERS, 1985.

biologia Paul Weiss e à sua idéia de uma 'ecologia molecular':

"Considérant la cellule comme une population d'éléments de grandeurs diverses, l'ordre qui y règne est objectivement décrit par le fait que le comportement résultant de la population dans son ensemble est infiniment moins variable d'un instant à un autre que les activités de ses éléments"(WEISS, 'apud' GLANSDORFF e PRIGOGINE, pag.11, 'apud' STENGERS, 1985, pag.63).

STENGERS notou que as referências de Prigogine à 'auto-organização', nos anos 1969-1971, eram acompanhadas de referências a Paul Weiss, o que a levou a pesquisar o trabalho de Weiss, onde encontrou termos como 'autonomização', 'emancipação', 'segregação' e 'auto-organização', que se referiam a um problema bastante conhecido na embriologia. STENGERS dedicou-se então ao estudo da história da embriologia e de suas relações com a biologia, assim como ao estudo das relações de Prigogine com a embriologia e a biologia. Pretendemos fazer, aqui, um resumo destes estudos, que serviriam como introdução a uma exposição também sucinta do trabalho de Prigogine na físico-química, que virá a seguir.

Interessa-nos, na história da embriologia, a corrente de pensamento que foi definida por Bertalanffy como 'organicismo'. Segundo STENGERS,

"L'organicisme entend se distinguer de doctrines a priori, de type 'vitaliste' ou 'holiste', en ce qu'il pointe vers des problèmes que les biologistes n'avaient prévus ni voulus, mais que leur a imposés l'étude du vivant en développement"(STENGERS, 1985, pag. 68).

A visada retrospectiva de STENGERS vai até Hans Driesch, quem, antes de criar o 'vitalismo', teve um trabalho experimental importante: a descoberta, em 1891, de que cada um dos blastômeros de um embrião de ouriço é capaz de produzir uma larva completa.

Até 1894, Driesch tentava compatibilizar uma descrição mecanista do organismo com os fatos experimentais, tendo elaborado então uma teoria da "teleologia pré-formada", que ainda não era, segundo WERKMEISTER², uma interpretação vitalista do desenvolvimento embriológico. Apenas em 1899 Driesch, introduzindo a noção de "sistema equipotencial harmonioso", e provando que tal sistema não poderia ser descrito em termos mecanistas, formulou o 'vitalismo'. Desde então, como anota WERKMEISTER, "gradualmente o seu interesse no trabalho experimental cessou", e Driesch deslocou-se para a filosofia especulativa, onde retomou a noção aristotélica de "enteléquia", um "fator elementar, sui generis" que "age teleologicamente"³.

A descoberta de Driesch de 1891 teria gerado, segundo STENGERS, um problema que animou os embriologistas nos primeiros decênios do século XX:

"La science peut-elle traiter du problème de la vie ? Et, plus précisément, du problème crucial de la vie, non pas du vivant au sens physiologique, doué de fonctions bien différenciées et finalisées, mais du vivant qui se différencie et qui se révèle capable de transformer ses propres fins: une cellule, vouée normalement à produire un demi-embryon, est susceptible de produire un embryon tout entier" (STENGERS, 1985, pag. 68).

Joseph Needham, em Order and Life (Yale e Cambridge, 1936) colocou o problema das relações entre organização biológica e termodinâmica, e, em Moulds of Understanding (Londres, 1941), conclui que, se a ordem termodinâmica se opõe à mistura, a organização biológica supõe uma mistura, mas uma 'mistura estruturada'⁴.

² WERKMEISTER, 1974, pags. 418-419.

³ WERKMEISTER, op.cit., pags. 419-420. É interessante notar que, para Driesch, a 'alma' e a 'enteléquia' formam uma unidade no 'Absoluto', mas ele entende que este Absoluto é transcendente, e por isso critica Hegel, que propusera uma 'dialética do Todo e das Partes'.

⁴ cf. STENGERS, 1985, pag. 69.

O problema dos embriologistas do início do século encontraria ressonância em algumas correntes filosóficas, representadas por Bergson, Whitehead e Engels, que convergiam para o problema de se saber se a ciência estaria definida e limitada pelos esquemas causais inspirados na física mecanista, e se seria possível uma teoria racional do ser vivo ⁵. Needham, em Order and Life, formulara assim a questão:

"biological order is a form of order different from those found in physics, chemistry, or crystallography, yet non impenetrable by the human mind or ruled by spiritual entities. Translated into terms of Marxist philosophy, it is a new dialectical level" (NEEDHAM, 1936, pag.45, 'apud' STENGERS, 1985, pag. 71).

O tema do "novo nível dialético", adverte STENGERS, designa a postura 'organicista', na medida em que esta se opõe tanto ao 'holismo' quanto ao 'reducionismo', e sustenta, com base na experimentação, a diferença da organização biológica frente a outros objetos de estudo.

Em 1921, assinala STENGERS, a embriologia julgou ter encontrado um acesso à "mecânica do desenvolvimento" embrionário, através da teoria do "centro organizador" de Spemann. Este cientista mostrou experimentalmente que certas regiões dos embriões assumem o papel de "centros organizadores" os quais, a cada etapa do desenvolvimento biológico, induzem a diferenciação celular.

Assim, a identificação do "organizador" seria o ponto de partida para esclarecer o problema da causalidade na embriologia, mesmo que tal "organizador" não determinasse inteiramente a diferenciação ⁶.

⁵ STENGERS, 1985, pags. 70-72.

⁶ STENGERS, 1985, pag. 75.

Mas a hipótese de Spemann logo se viu enfraquecida, pois comprovou-se que uma série de produtos orgânicos e mesmo inorgânicos eram capazes de induzir a diferenciação celular. Dalcq, por exemplo, elaborou uma lista que toma três páginas de seu texto L'oeuf et son Dynamisme Organisateur⁷.

Em 1957, Waddington podia tirar as seguintes conclusões:

"Organisation has been, rather unfortunately in some ways, mixed up with this question of the so-called organiser. The justification for this mix up is, I think, that sometimes the organiser does seem to impose an organisation on what it induces. In many cases this may not be so, and the so-called induction merely creates conditions under which the induced material can express its own characteristics (...) The question I was asking is if we can rely completely in self-organisation" (WADDINGTON, Biological Organisation, Londres, 1959, 'apud' STENGERS, 1985, pag. 77).

A noção 'auto-organização' surgiu, para os embriologistas do após-guerra, como símbolo do fracasso do programa de Spemann. Frente ao risco de dissolução de seu objeto de estudo, muitos embriologistas passaram a defender que a causalidade biológica repousa na interação entre todos os constituintes, o que originou a teoria do "campo morfogenético"⁸. É neste contexto que a 'auto-organização' aparecerá como uma propriedade específica dos sistemas vivos, tal como Weiss formulara: existência de uma ordem coletiva estável a partir de uma população de entidades em interações variáveis e imprecisas.⁹

Em 1955, Bertalanffy distinguirá as regulações primárias e secundárias, no contexto de sua Teoria Geral dos

⁷ cf. STENGERS, 1985, pag. 75.

⁸ cf. STENGERS, op.cit., pag. 77.

⁹ cf. STENGERS, op.cit., pag. 78.

Sistemas. Como explica STENGERS, as regulações primárias são mais fundamentais, pois geram os primeiros estados do desenvolvimento embrionário; as regulações secundárias, do tipo 'feed-back', lhes são superpostas. STENGERS compara as primeiras com a 'auto-organização', e as segundas com a 'finalidade':

"(O ser vivo) ne remplit, comme embryon, aucune fonction autre que se développer lui-même, et ce développement se produit avant toute finalisation (...). La seule caractéristique des cellules d'un embryon précoce est d'être 'ensemble' dans un voisinage avec d'autres cellules" (STENGERS, 1985, pag. 72).

Weiss estendeu a noção de 'auto-organização' para toda a biologia, entendendo-a como expressão da existência de uma "dinâmica de campo global", que caracteriza os seres vivos, e se opõe tanto às explicações reducionistas quanto ao determinismo genético proposto pela biologia molecular. Por exemplo, Weiss criticou a teoria neurobiológica de McCullough, argumentando que o sistema nervoso forma um todo, que responde aos estímulos sensoriais conforme suas propriedades globais intrínsecas, de tal modo que o input não determine a estrutura do output¹⁰.

Fechando seu estudo da 'auto-organização' na embriologia, STENGERS conclui que:

"En ce qui concerne les embryologistes, la notion d'auto-organisation renvoie à un changement de stratégie et de définition de l'objet de recherche qui apparaît majoritaire (...), mais il a lieu après la guerre, c'est-à-dire au moment où l'embryologie perd, au profit de la génétique et de la biochimie bactériennes, le statut de 'science de pointe'. En ce sens, l'auto-organisation a une valeur quasi emblématique. Pour les embryologistes, elle figure la point de résistance, ce sur quoi, tôt ou tard, ceux qui font confiance à la notion d'information génétique et aux stratégies d'explication 'reductionnistes' se heurteront" (STENGERS, op.cit., pag. 86).

¹⁰ STENGERS, 1985, pags. 73-74.

'Auto-organização' seria então uma noção que conferia uma identidade a certa corrente de pensamento na embriologia. Uma identidade negativa, que repousava na recusa de certos esquemas causais, mas também positiva, no sentido em que definia problemas experimentais (que não poderiam, ou não deveriam, ser resolvidos à la Driesch vitalista, i.é., com o recurso a entidades extra-empíricas ou sem base empírica).

Agora veremos como, segundo STENGERS, Prigogine se insere nesta tradição. Em uma conferência em 1969, intitulada "Dissipative Structures in Biological Systems", Prigogine se referia a uma 'auto-organização espontânea' do sistema (termodinâmico), "tanto do ponto de vista de sua ordem espacial quanto de sua função"¹¹. Para STENGERS, o uso do termo 'auto-organização' vinha "resumir e sintetizar" a solução encontrada por Prigogine - a teoria das estruturas dissipativas - para o principal problema que ele sempre se colocara: mostrar que o antagonismo entre a segunda lei da termodinâmica (que versa sobre o aumento da entropia) e a ordem biológica poderia ser superado¹².

Desde 1945, quando elaborou o Princípio de Produção Mínima de Entropia, para sistemas próximos do equilíbrio, Prigogine se interessava pelos problemas do ser vivo, e se dirigia aos biólogos como possíveis interessados neste resultado¹³; de fato, ele veio a encontrar receptividade em Bertalanffy, que se referiu ao Princípio de Prigogine como um resultado clássico, o primeiro resultado da termodinâmica relevante para sua teoria geral dos sistemas, especialmente para os sistemas vivos, caso considerados como "sistemas abertos"¹⁴.

¹¹ STENGERS, 1985, pag. 60.

¹² STENGERS, op.cit., pag. 61.

¹³ STENGERS, op.cit., pags. 61-62; não explicaremos aqui a importância do Princípio para a biologia, pois isso se esclarecerá mais adiante.

¹⁴ STENGERS, pag. 62. Veremos "sistemas abertos" também mais adiante.

O adversário teórico de Prigogine seria, para STENGERS, o físico Schroedinger, que elaborou em 1945 (em What is life?) a famosa teoria de que os seres vivos ali mentam-se de 'entropia negativa', ou seja, que a ordem que caracteriza os seres vivos é contrária à segunda lei da termodinâmica e, devido a isto, só é mantida mediante uma "nutrição" de "neguentropia". Teríamos uma "ordem saída da ordem". Além disso, Schroedinger concentra sua atenção no papel desempenhado pelo material genético, que ele entende como um "código" que já conteria "o modelo integral do desenvolvimento futuro do indivíduo e de seu funcionamento no estado adulto". Como explica STENGERS, a capacidade do ser vivo de se 'nutrir' da ordem do ambiente é explicada por Schroedinger em termos mecanicistas: ela é determinada pelo material hereditário. Prigogine não teria aceito o antagonismo proposto por Schroedinger entre a ordem do ser vivo e os processos termodinâmico-químicos, por definição produtores de entropia, que constituem a atividade dos seres vivos ¹⁵.

O encontro de Prigogine com a biologia 'organicigta' só veio efetivamente ocorrer ao final dos anos 60, a partir de um "fracasso", análogo ao de Spemann, sofrido pelo projeto de Prigogine na Termodinâmica dos Processos Irreversíveis.

Uma das características da termodinâmica, em oposição à mecânica clássica, é que a primeira não lança mão de um ponto de vista "onisciente", como explica STENGERS:

"la thermodynamique ne se préoccupe des lois d'evolution d'un systeme que du point de vue de l'état stable vers lequell elles sont susceptibles de mener (...) le problème de savoir ce qui nous pourrions dire 'en plus' à propos du système si nous étions omniscients lui est étranger" (STENGERS, 1985, pag. 80).

¹⁵ STENGERS, 1985, pages. 65-66.

O tipo de problema experimental na termodinâmica, análogo ao de Weiss (variabilidade dos comportamentos elementares em relação à coerência global do organismo), é o da estabilidade dos "estados atratores" frente às flutuações moleculares que não cessam de perturbá-lo.¹⁶ Na evolução para o equilíbrio termodinâmico ou para estados estacionários próximos ao equilíbrio, a termodinâmica clássica, a mecânica estatística de Boltzmann e a teoria de Prigogine sobre a Produção Mínima de Entropia, possibilitam o cálculo dos estados atratores. Mas Prigogine, desde 1945, esteve trabalhando em uma teoria que possibilitasse fazer o mesmo cálculo para sistemas distantes do equilíbrio.

Como relata STENGERS,

"Pendant des années, Prigogine et Glansdorff tentèrent sans succès de définir une fonction d'état valide pour les situations éloignées de l'équilibre (...) Après des années d'efforts infructueux, ils conclurent à l'impossibilité d'une telle définition, et découvrirent le moyen de traiter du problème de la stabilité thermodynamique sans fonction d'état".

Continuando:

"en 1965, la question n'est plus de définir le 'bon état' qui serait, par définition, stable par rapport aux fluctuations microscopiques incessantes, mais d'explorer la stabilité d'un état stationnaire par rapport aux différentes fluctuations (...) l'objet théorique premier devient le point critique, le seuil (d'éloignement par rapport à l'équilibre) à partir duquel le second principe cesse de garantir la stabilité de l'état macroscopique qui extrapole l'état d'équilibre (...) le 'seuil d'instabilité' s'impose comme seuil d'apparition de comportements collectifs, nouveaux et stables, quoiqu'ils ne correspondent au minimum d'aucune fonction globale: c'est le domaine de ce que, dès 1967, Prigogine baptisera les 'structures dissipatives' "(STENGERS, 1985, pag. 81).

¹⁶ cf. STENGERS, 1985, pags. 65-66. Sobre os estados atratores, ver nossa nota nº 29, mais adiante.

As estruturas dissipativas permitiriam superar a oposição entre o segundo princípio (entropia) e a organização biológica. Enquanto a observação dos seres vivos nos mostra um processo de diferenciação e complexificação progressivas, o segundo princípio até então era visto apenas como sinônimo de evolução para estados de inércia e homogeneidade ¹⁷. Mas, se na distância do equilíbrio a entropia permite prever quebras espontâneas da simetria espaço-temporal, então a oposição estaria dissolvida.

A teoria das estruturas dissipativas não foi inicialmente bem recebida porque o contexto, na biologia, era favorável ao ponto de vista de Schroedinger, segundo o qual o "código" genético permitiria aos seres vivos (através da "nutrição" de 'neguentropia') compensarem o efeito sempre destrutivo da entropia. A biologia molecular, na concepção de Monod, descobrira que o DNA constitui tal "código". A teoria de Brillouin, segundo a qual a informação atua como o "demônio de Maxwell", veio completar tal quadro. Como diz STENGERS, o metabolismo estaria então mais próximo do mecanismo de um relógio ou de um autômato cibernético que de um sistema termodinâmico aberto ¹⁸.

Mas a biologia molecular do início dos anos 70 não tardaria a entrar em 'crise' - o estudo das bactérias não seria o caminho para a explicação dos organismos complexos, como afirma STENGERS ¹⁹. Além disso, ironicamente, a teoria das estruturas dissipativas veio a se mostrar, no trabalho de Eigen, como explicação para o aparecimento das proteínas, colocando-se assim em um nível mais fundamental que a biologia molecular ²⁰.

¹⁷ cf. STENGERS, 1985, pag. 82.

¹⁸ STENGERS, op.cit., pag. 83.

¹⁹ STENGERS, op.cit., pag. 84.

²⁰ sobre a teoria do 'hiperciclo', de Eigen e Schuster, pode-se ver p.ex. PRIGOGINE, NICOLIS E BABLOYANTZ, 1972, pags. 39-44.

Neste contexto, a noção de 'auto-organização' veio a significar, para Prigogine, a retomada do problema posto pela embriologia do após-guerra: como é que um sistema vivo atinge estabilidade através da instabilidade de seus processos elementares, sem que haja algo como um "centro organizador" que permitisse uma explicação de tipo mecanicista para tal processo ?

3.2 - A TERMODINÂMICA DOS PROCESSOS IRREVERSÍVEIS

Por ocasião do recebimento do Prêmio Nobel de Química por Prigogine, em 1977, CHANU escreveu que o prêmio

"coronne dans son oeuvre le chapitre qui, en thermodynamique, l'a amené à découvrir et à analyser un comportement de la matière inaperçu jusqu' alors, bien que fort répandu. Les diverses substances chimiques qui nous entourent et qui nous composent peuvent, en effet, dans certaines conditions, se répartir dans l'espace, non de manière aléatoire, mais en organisations plus ou moins complexes appelés 'structures dissipatives'" (CHANU, 1977, pag. 1081).

A teoria das estruturas dissipativas surgiu, ao longo do trabalho de Prigogine, como resposta ao problema da estabilidade dos sistemas distantes do equilíbrio, mas serviu também como uma resposta para o problema da base físico-química da ordem biológica,

"a puzzling problem that has occupied whole generations of biologists and physicists, and has given rise, in the past, to passionate discussions" (PRIGOGINE, NICOLIS E BABLOYANTZ, 1972, pag. 23).

No quadro da separação das ciências da natureza em compartimentos estanques, coube à termodinâmica, um ramo da física que houvera sido 'ciência de ponta' no Séc. XIX e perdera o posto no Séc. XX, promover uma empresa de

estilo 'interdisciplinar', com o objetivo de promover uma conexão entre Física e Biologia, que não ferisse a especificidade de cada uma destas disciplinas. A termodinâmica originou-se de preocupações técnicas, por ocasião da idade industrial, no estudo das máquinas térmicas. Tais máquinas guardam uma importante diferença frente aos engenhos puramente mecânicos, pois, enquanto um engenho mecânico devolve em forma de trabalho a energia potencial que recebeu do mundo externo (ao menos idealmente, causa e efeito são equivalentes), uma máquina térmica implica uma mudança material de estados, incluindo a transformação das propriedades mecânicas do sistema, dilatação e expansão, e não apenas transmissão de movimento ²¹.

Em 1847 Joule propiciou a ligação entre a química, a nascente termodinâmica, a eletricidade o magnetismo e a biologia, através da idéia de que 'alguma coisa', a energia, é quantitativamente conservada enquanto qualitativamente transformada - o que originou o Princípio de Conservação da Energia, que veio a se tornar o primeiro princípio de termodinâmica. Há, contudo, um outro aspecto da natureza que vai além da conservação de energia, e é aqui que se situará a contribuição mais original da termodinâmica: o conceito de irreversibilidade, segundo princípio da termodinâmica, que se refere ao aumento da entropia. A formulação original deste princípio já houvera sido obra de Sadi Carnot, em 1824, antes da formulação do primeiro princípio; Carnot idealizou um ciclo entre duas fontes, uma das quais fornece calor para um engenho mecânico, e outra que absorve o calor gerado pelo trabalho mecânico, e concluiu, utilizando-se das categorias explicativas da época, que qualquer mudança abrupta no movimento do calor de uma fonte à outra causaria uma 'perda' irreversível da 'força viva' ²².

²¹ cf. PRIGOGINE e STENGERS, 1984, pag. 106.

²² cf. PRIGOGINE e STENGERS, op.cit., pag. 112.

Em 1850 a termodinâmica já tinha o status de ciência sistemática, obtido por intermédio da conjugação da lei da conservação da energia com a lei do aumento da entropia, por obra de Clausius. Podia-se então concluir que nem todos os processos conservativos de energia são possíveis, i.é., que há na natureza um limite para os processos reversíveis ideais descritos pela mecânica clássica²³. Thomson interpretou tal impossibilidade como se houvesse a 'perda' de uma quantidade mínima de energia sempre que se convertesse calor em trabalho mecânico e se reconvertesse tal quantidade de trabalho em calor²⁴. Estendendo a sua interpretação da entropia para todo o universo, Thomson previu uma "morte térmica". Nas palavras de PRIGOGINE e STENGERS, a cosmologia de Thomson descrevia o mundo como

"a engine in which heat is converted into motion only at the price of some irreversible waste and useless dissipation. Effect-producing differences in nature progressively diminish. The world uses up its differences as it goes from one conversion to another, and tends toward a final state of thermal equilibrium, 'heat death'" (PRIGOGINE E STENGERS, 1984, pags. 115-116).

Boltzmann dedicou-se à compatibilização entre a termodinâmica e a mecânica newtoniana, oferecendo uma nova interpretação da entropia. Os sistemas termodinâmicos seriam, segundo Boltzmann, compostos por um número muito grande de moléculas, e o calor seria um tipo particular de movimento das moléculas. As propriedades térmicas dos corpos seriam uma consequência do comportamento puramente dinâmico das partículas. Uma descrição determinística da trajetória de cada partícula e o cálculo da resultante seriam impossíveis, daí Boltzmann ter optado por uma descri

²³ cf. PRIGOGINE e STENGERS, 1984, pag. 114.

²⁴ na verdade, a 'perda' é apenas relativa ao sistema estudado, e é equivalente à quantidade de energia dissipada. 'Entropia' não diz respeito a 'perdas', como acreditava Thomson, mas sim aos processos irreversíveis.

ção probabilística da evolução dos sistemas termodinâmicos. O crescimento da entropia significaria a evolução do sistema para um estado de probabilidade máxima na distribuição das partículas em um espaço finito, i.é., para o 'estado de equilíbrio'. Como explicam PRIGOGINE e STENGERS,

"the most probable state available to a system is the one in which the multitude of events taking place simultaneously in the system compensates for one another statistically (...) this state will put an end to the system's irreversible macroscopic evolution. Of course, the particles will go on moving from one half to the other, but on the average, at any given instant, as many will be going in one direction as in the other. As a result, their motion will cause only small, short-lived fluctuations around the equilibrium state"(PRIGOGINE e STENGERS, 1984, pags. 124-125).

Do ponto de vista de Boltzmann, todos os sistemas termodinâmicos tendem a atingir o estado de equilíbrio, e, uma vez atingido este estado, sua descrição macroscópica seria recuperável nos quadros da mecânica clássica. Entretanto, verificou-se que nem todo sistema termodinâmico segue linearmente para o estado de equilíbrio; apenas os sistemas isolados rumam para o equilíbrio, mas estes sistemas são raros, senão inexistentes, na natureza empírica. Mesmo nestes casos, não existe para cada sistema um único estado de equilíbrio, mas uma diversidade de 'estados estacionários'²⁵.

Em sistemas abertos, submetidos a um fluxo de energia do exterior, observam-se fenômenos diferentes. A inovação introduzida por Prigogine foi, utilizando-se do instrumental boltzmanniano, observar experimentalmente sistemas termodinâmicos fechados materialmente mas abertos energeticamente (temperatura, pressão) ao exterior. Diz-se que tais sistemas são submetidos a um fluxo de energia ,

²⁵ cf., p. ex., CHANU, 1977, pag. 1081.

gerado por 'forças generalizadas'. O cálculo da entropia obedecerá então à equação $dS = diS + deS$, onde diS é a entropia interna do sistema, sempre igual ou maior que zero, e deS é a variação de entropia devida às trocas com o exterior, admitindo também valores negativos. Tais inovações permitem que se mantenha experimentalmente um sistema distante do equilíbrio, podendo-se então observar fenômenos, como o da criação de estruturas, que seriam impossíveis no contexto da termodinâmica do equilíbrio.

Um dos aspectos mais intrigantes do caminho para o qual Boltzmann conduziu a termodinâmica é a contradição entre suas conclusões e as da biologia darwiniana, que aponta para uma evolução no sentido de estruturas mais ordenadas e complexas, que seriam, no modelo boltzmanniano, estados altamente improváveis. Entretanto, Boltzmann referia-se a sistemas isolados, 'protegidos' dos fluxos que compõem a natureza, ao passo que Darwin referia-se a sistemas submetidos às condições ecológicas de "seleção natural".

De qualquer modo, haveria uma lacuna entre física e biologia, na medida em que a primeira só estaria capacitada para descrever a evolução dos sistemas naturais de estados mais complexos para estados mais simples, enquanto a evolução biológica se faria no sentido inverso. A dificuldade se colocaria nos seguintes termos:

"What is the relationship between thermodynamic time, a time headed toward equilibrium, and the time in which evolution toward increasing complexity is occurring?" (PRIGOGINE E STENGERS, 1984, pag. 129).

A resposta é que o "tempo termodinâmico" não é único, ou melhor, não pode ser visado de uma única maneira; apenas uma classe restrita de sistemas em evolução irreversível efetivamente atinge o estado de equilíbrio, enquanto uma classe mais ampla atinge estados estacionários próximos ao equilíbrio ou ainda - e esta é a contribuição maior de Prigogine - atinge estados estáveis na distância

do equilíbrio. Os seres vivos estariam no último caso.

São três tipos de processo físico-químico, e três disciplinas que os estudam:

processos $\left\{ \begin{array}{l} \text{reversíveis (Mecânica Clássica)} \\ \text{irreversíveis } \left\{ \begin{array}{l} \text{rumo ao equilíbrio (Mec.Estat.)} \\ \text{próximos do equil. (Term.Linear)} \\ \text{distantes do equil. (T.Não-Linear)} \end{array} \right. \\ \text{(termodinâmica)} \end{array} \right.$

A Mecânica Estatística (clássica) está próxima da Mecânica Clássica, ao passo que a Termodinâmica Não-Linear aproxima-se da Biologia. Tanto a Termodinâmica Linear quanto a Não-Linear lidam, na maior parte das vezes, com reações químicas; a primeira diz respeito às 'relações de reciprocidade' de Onsager (1931), e ao Princípio de Prigogine (1945), que descrevem o comportamento de um sistema termodinâmico próximo do equilíbrio, e só têm interesse para a Biologia na medida em que, de certo modo, anteciparam a Termodinâmica Não-Linear. O 'elo perdido' entre os processos físico-químicos e a Biologia está na Term. Não-Linear. Esta seria o coroamento do programa de pesquisas iniciado por Théophile De Donder e pela escola belga, que tem em Prigogine o seu mais ilustre representante.

Por meio da Term. Não-Linear, a física do complexo encontra-se com a biologia do elementar ²⁶, pois é possível que

"during evolution a system may reach a state where entropy is smaller than at the start (...) the existence of nonequilibrium constraints is far from exceptional in biological systems" (PRIGOGINE, NICOLIS E BABLOYANTZ, 1972, pag. 24).

Na termodinâmica química é importante o papel dos catalisadores, que modificam o valor da constante 'k', que é componente da fórmula da entropia. O caráter não-linear dos processos físico-químicos é gerado por 'loops' catalíticos, como nos casos de 'auto-catálise' e 'catálise cru-

²⁶ cf. PRIGOGINE e STENGERS, 1984, pag. 154.

zada'. No primeiro, a presença de um produto é requerida para sua própria síntese, de modo que a taxa de variação da concentração do produto é proporcional ao quadrado da concentração; no segundo, um produto é produzido de outro e, reciprocamente, o outro produto é produzido pelo primeiro produto. Os 'loops' desempenham um papel essencial nas funções metabólicas; inclusive as relações entre ácidos e proteínas podem ser descritas em termos de um efeito de catálise cruzada ²⁷.

A existência de 'loops' com efeitos não-lineares possibilitou a formulação de um mecanismo de amplificação de flutuações. Se as flutuações podiam ser desprezadas no rumo ao equilíbrio ou em sua proximidade, na distância do equilíbrio elas desempenham o papel relevante de geradoras de instabilidade, podendo conduzir o sistema a um estado de caos macroscópico, em que milhões de moléculas se movimentam ordenadamente a nível microscópico. Em que pese a semelhança terminológica, o caos macroscópico corresponde, a nível microscópico, ao oposto da "desordem molecular" que caracteriza o estado de equilíbrio, como assinalam PRIGOGINE e STENGERS ²⁸.

Na distância do equilíbrio, submetido a um fluxo de energia, o sistema oscilará entre uma sucessão imprevisível de estados, dos quais apenas alguns são estáveis. Os estados estáveis são os que se caracterizam pelos chamados 'atratores' ²⁹, que podem ser calculados por computador quando se conhece todas as condições iniciais - o que, na prática, é impossível para sistemas termodinâmicos naturais, do que decorre que existem atratores não calculáveis a partir de um potencial previamente escolhido, os chamados 'atratores estranhos'.

²⁷ cf. PRIGOGINE e STENGERS, 1984, pags. 134-135.

²⁸ ver PRIGOGINE e STENGERS, op.cit., pags. 142 e 168.

²⁹ ver PRIGOGINE e STENGERS, op.cit., pags. 121, 133, 140, 152. Para 'atratores estranhos', ver RUELLE, 1980.

Na distância do equilíbrio, certas flutuações, ao invés de se extinguirem, podem ser amplificadas e invadir todo o sistema, levando-o a uma nova estruturação³⁰. O surgimento de novas estruturas é caracterizado como uma "auto-organização espontânea", e as estruturas formadas, como "estruturas dissipativas"³¹.

A manutenção das estruturas dissipativas requer a manutenção do fluxo de energia a partir do qual foram geradas. A energia do exterior é continuamente absorvida e dissipada, daí o nome dado às estruturas que assim se formam. É característico das estruturas dissipativas serem um tipo de organização supra-molecular que não pode ser derivado das propriedades das moléculas que as compõem; elas contêm um elemento histórico, são

"a reflection of the global situation of nonequilibrium producing them" (PRIGOGINE e STENGERS, 1984, pag. 144).

Cada vez que um sistema distante do equilíbrio, após um período de estabilidade, atinge um comportamento estável, emergem novas estruturas macroscópicas. Cada nova estrutura significa uma quebra da simetria espaço-temporal, em relação ao estado inicial da evolução. Todo este processo, incluindo as sucessivas quebras de simetria e a alternância de estados, é descrito nos 'gráficos de bifurcações'³². Um aspecto interessante de cada caminhada para o caos é a 'Sequência de Feigenbaum', na qual há uma sucessão de bifurcações com períodos dobrados (2T, 4T, ...) ³³.

As estruturas dissipativas caracterizam-se também por um "comportamento específico", singularizado, de

³⁰ PRIGOGINE e STENGERS, 1984, pags.141-142.

³¹ PRIGOGINE e STENGERS, 1984, pags.143,189,300.

³² cf. PRIGOGINE e STENGERS, op.cit., pags. 160-170.

³³ cf. PRIGOGINE e STENGERS, op.cit., pag. 169.

tal modo que:

"There is no longer any universally law from which the overall behavior of the system can be deduced. Each system is a separate case (...) the system de terminates its own intrinsic size - that is, it determines the region that is spatially structured or crossed by periodic concentration waves " (PRIGOGINE e STENGERS, 1984, pags.144-145, 151).

Os belgas, sob a direção de Prigogine, desenvolveram um modelo matemático para estudar estes fenômenos, o qual foi batizado (pelos americanos) de "Brusselator". A reação de Belousov-Zhabotinski, modelizada pelo Brusselator, dá origem aos chamados "relógios químicos", fenômeno no qual o comportamento macroscópico de uma estrutura dis sipativa é facilmente visualizado.

O cálculo dos estados a serem atingidos por um sistema termodinâmico era feito, por Boltzmann, tomando - se como critério a média dos movimentos moleculares individuais. Na distância do equilíbrio, tal tipo de cálculo não é suficiente, porque é possível que flutuações loca is possam reordenar globalmente o sistema, desde que atinjam um tamanho crítico em determinado momento de instabilidade generalizada ³⁴. Este tipo de fenômeno seria explicado a partir de um novo princípio, de Ordem por Flutuações ³⁵, que atuaria tanto na formação quanto na destruição de estruturas dissipativas.

"Ordem por Flutuações" seria uma espécie de esquema explicativo que se aplicaria a todo tipo de transformações em sistemas com número muito grande de componentes interagindo entre si, e permitiria o enfoque das relações entre atividades locais e efeitos globais, e entre dinâmica global e ações locais. Como explicam PRIGOGINE e STENGERS, cada ação individual possui um aspecto coletivo que pode

³⁴ cf. PRIGOGINE e STENGERS, 1984, pag. 187.

³⁵ ver PRIGOGINE e STENGERS, op.cit., pags. 177-209.

resultar em mudanças globais inesperadas ³⁶ - o que dependerá da história do sistema e do tamanho da flutuação local.

Enquanto a termodinâmica do equilíbrio acentuava, nos processos irreversíveis, a evolução da matéria para um estado de passividade, Prigogine e colaboradores acentuaram o aspecto criativo da irreversibilidade. A imagem da natureza oferecida por Prigogine é a de uma evolução sem término, na qual as estruturas são criadas e destruídas. A matéria conteria, por assim dizer, um "reservatório" de formas latentes, que subsistem, em cada estado estável, como flutuações mínimas, que podem se amplificar nas situações de instabilidade generalizada e afetar a ordem global do sistema.

O princípio de Ordem por Flutuações comporta um elemento indeterminista irreduzível:

"in the neighborhood of a stable regime, evolution is essentially deterministic in the sense that the small fluctuations arising continuously are damped. But near the transition threshold, the evolution becomes a stochastic process, in the sense that the final state will depend on the probability of creating a fluctuation of a given type" (PRIGOGINE, NICOLIS e BABLOYANTZ, 1972, pag. 27).

Prigogine pressupõe que a descrição probabilística introduzida por Boltzmann para os sistemas termodinâmicos corresponde efetivamente à evolução destes sistemas, não se devendo a conveniências epistemológicas decorrentes da impossibilidade de acompanhar com precisão as trajetórias das partículas ou determinar com precisão absoluta o estado inicial, como pretenderam as interpretações 'subjettivistas' da entropia. Estas foram capitaneadas por Maxwell e Einstein ³⁷, para quem o uso das probabilidades decorria essencialmente das deficiências da observação ma

³⁶ cf. PRIGOGINE, NICOLIS e BABLOYANTZ, 1972, pag. 27.

³⁷ cf. PRIGOGINE e STENGERS, 1984, pags. 251-252 e 294-295.

croscópica de fenômenos microscópicos; assim, o uso das probabilidades traduziria apenas o grau de ignorância do observador em relação ao sistema observado. Prigogine não vai se situar no outro extremo, compreendendo a entropia como um fato puramente 'objetivo' e independente de qualquer observação. Sua alternativa é afirmar que a observação macroscópica, aliada ao modelo probabilístico, é capaz de detectar as propriedades objetivas relevantes dos sistemas termodinâmicos. A existência de um processo de observação finito é um obstáculo apenas para o observador que pretende se situar de um ponto de vista infinito. É pouco razoável crer que o elemento estocástico que sempre acompanha a descrição dos fenômenos instáveis se deva à ignorância do observador, pois, se assim fosse, a descrição do sistema nos estados estáveis também deveria ser estocástica - o que parece não ser o caso.

Os modelos matemáticos desenvolvidos por Prigogine e colaboradores utilizam tanto métodos determinísticos quanto estocásticos, para descrever as diferentes fases da evolução irreversível de um mesmo sistema termodinâmico; os primeiros a descrevem nas zonas de estabilidade e na região linear próxima do equilíbrio, e os segundos nas regiões instáveis, próximas aos pontos de bifurcação. A estocasticidade é produzida pela interação de muitas partículas, compondo o quadro no qual se aplica o princípio de Ordem por Flutuações. Neste contexto, o indeterminismo de Prigogine pode ser considerado de tipo moderado. Ele não defende a acausalidade, mas uma certa "causalidade estatística" que seria mais apropriada, para sistemas termodinâmicos, que o esquema causal da mecânica clássica ³⁸. Talvez lhe falte uma maior explicitação desta concepção.

³⁸ PRIGOGINE e STENGERS, 1984, pag. 311. Encontramos uma exposição dos modelos matemáticos em PRIGOGINE e NICOLIS, 1977.

3.3 - A NATUREZA ATIVA

Após 1977, o interesse de Prigogine se deslocou, do problema da base físico-química da ordem biológica, para três projetos interligados:

- a) Unificação da Termodinâmica com a Mecânica Clássica;
- b) Teoria do "tempo interno" para sistemas dinâmicos;
- c) Teoria microscópica da irreversibilidade.

Além de manter um grupo de meia centena de pesquisadores na Universidade Livre de Bruxelas, Prigogine também dirige o Centro de Mecânica Estatística em Austin, Texas (EUA), o que lhe permite ter acesso à comunidade científica de língua inglesa.

Tentaremos delinear os principais traços dos três projetos citados, tendo por objetivo induzir uma certa visão da natureza, que pode ser defendida com base nos resultados atingidos ou atingíveis por Prigogine e colaboradores.

A Termodinâmica nasceu das preocupações empíricas a respeito do rendimento das máquinas térmicas, o que a marcou como uma ciência "fenomenológica", cujos conceitos básicos se relacionam com a observação a nível macroscópico. Para BUNGE, por exemplo, uma teoria que não constrói modelos explicativos dos "mecanismos" intrínsecos ao objeto de estudo, ainda não atingiu um estágio de maturação³⁹. Seguindo esta linha de raciocínio, muitos cientistas ainda hoje não consideram a Termodinâmica uma ciência rigorosa. Uma classe numerosa dos cientistas que trabalhavam na Termodinâmica, apesar de a considerarem uma ciência, também notaram suas deficiências e tentaram superá-las, através da tradução de seus conceitos básicos e de seus mecanismos operatórios para o quadro da mecânica clássica, que é a disciplina-modelo da física teórica e da física-matemática. Boltzmann foi o primeiro destes 'tradutores'.

³⁹ BUNGE, 1974, pags. 67-90 e 98-100.

Mas, na verdade, não se tratava de uma simples 'tradução', como poderia parecer à primeira vista, pois a Termodinâmica trazia consigo o princípio da irreversibilidade, que não seria redutível às leis reversíveis da mecânica clássica, senão através da adição de alguns postulados de tipo cosmológico. A introdução das probabilidades, por Boltzmann, não se deveria então a injunções epistemológicas, como querem os defensores da interpretação subjetivista da probabilidade, mas à necessidade de dar conta da lei do crescimento da entropia. Mas, se a introdução de probabilidades veio a resolver magistralmente a dificuldade, do lado da Termodinâmica, gerou um problema, do lado da Mecânica Clássica, pois esta não continha elementos probabilísticos, e extraía boa parte de sua autoridade da fé hiper-determinista de um Laplace, por exemplo.

Como explica APOSTEL,

"la thermodynamique a été insérée par Maxwell, Boltzmann et Gibbs dans la mécanique statistique. (...) Toute la difficulté de cette insertion tient à la question suivante: peut-on, en dynamique classique, définir une quantité (l'entropie), fonction de l'état de mouvement d'un système classique, et qui serait nécessairement non décroissante pour des systèmes fermés ? (...) Poincaré et Loschmidt ont démontré qu'elle n'était pas possible en dynamique classique" (APOSTEL, 1980, pag. 321).

A prova de Poincaré e Loschmidt lançou o projeto boltzmanniano ao descrédito, para grande parte de seus contemporâneos. Porém, como os resultados concretos por ele obtidos se mostraram experimentalmente aceitáveis, a solução conciliatória foi a criação de um novo campo de estudo, a Mecânica Estatística, que não seria nem propriamente Mecânica Clássica nem Termodinâmica. Como assinalava HAAS:

"Au fond des causes de l'image 'harmonieuse' de la physique à la fin du siècle dernier se cachait déjà la division artificielle de la physique contemporaine (...) la répartition en parties séparées garantit l'exclusion des antinomies et des rapprochements critiques des phénomènes des différents côtés" (HAAS, 1984, pag. 189).

Assim, apesar do esforço de Boltzmann, o processo de unificação da Termodinâmica com a Mecânica Clássica estaria, hoje, atrasado em quase um século. Sob o ponto de vista de HAAS (que se ancora em Prigogine), tal unificação implicaria não só no tratamento mais rigoroso da Termodinâmica, como sempre foi proposto, mas sobretudo em mudanças na mecânica clássica contemporânea (obviamente, não se trata de modificar a mecânica clássica 'clássica'), mudanças estas trazidas pelo aporte termodinâmico. O ponto é que os sistemas dinâmicos clássicos seriam "idealizados", e, por isso, poder-se-ia falar de "estados reversíveis"; se considerarmos sistemas ligados ao seu ambiente ('environment') - e todos os fenômenos que podem ser ditos existentes assim o são - verificaremos que todos eles apresentam um elemento de irreversibilidade. Assim,

"La thèse d'une microphysique 'vraiment' réversible, dans laquelle notamment il ne serait pas possible de distinguer si un phénomène évolue vers le futur ou vers le passé quand on n'observe qu'une seule des nombreuses particules qui participent à l'évolution, est insoutenable (...) Le concept de réversibilité emprunté à la thermodynamique se présente comme une abstraction qui facilite la description" (HAAS, 1984, pages. 193-194)

Como expõe APOSTEL, a proposta de Prigogine é que a unificação das duas disciplinas também implique em modificações na mecânica clássica:

"Prigogine, dans son From Being to Becoming, propose de modifier la dynamique classique elle-même (cette dynamique modifiée pourra alors échapper aux objections de Poincaré et Loschmidt). Comme

modification il propose d'introduire l'élément statistique en mécanique classique elle-même. En effet, les systèmes 'faiblement stables' sont tels qu'une modification infinitésimale de leur trajectoire à un point donné peut entraîner des divergences à la limite aussi larges que l'on veut" (APOSTEL, 1980, pag. 321).

Ironicamente, o ponto de partida de tal modificação estaria, segundo Prigogine, na "renovação da dinâmica clássica segundo o trabalho pioneiro de Poincaré e Lyapounov ao final do século passado" . Poincaré teria contribuído também para "mudar radicalmente nossas idéias sobre a relação entre dinâmica e determinismo. Agora vemos que a dinâmica é compatível com 'intrinsic randomness'" ⁴⁰ .

A modificação se baseia em dois procedimentos: primeiro, ao invés de se considerar um único sistema dinâmico, considerar um número muito grande, um conjunto de sistemas dinâmicos representados em um "espaço de fase"; segundo, considerar que os elementos de tal conjunto interagem entre si (i.é., a existência de colisões e correlações) ⁴¹ . Neste contexto, para um sistema que está em uma região finita do espaço de fase, só se pode utilizar o conceito clássico de 'trajetória' para descrever movimentos estáveis do sistema. Quando a estabilidade é rompida, "o conceito de trajetória perde o seu sentido observacional", pois, qualquer que seja o tamanho da região inicial, haverá trajetórias conduzindo a duas diferentes seções do espaço de fase; assim, o conceito de 'trajetória' deve ser substituído por uma 'função de distribuição'. Como explica Prigogine,

"Instability emphasizes the negative aspects of

⁴⁰ PRIGOGINE, 1984, pag. 50. Abster-nos-emos de traduzir 'intrinsic randomness', porque a noção de 'aleatoriedade', que seria a mais apropriada em português, conota 'acaso', que é uma noção que seria pouco apropriada.

⁴¹ cf. PRIGOGINE, 1984, passim.

the classical theory of dynamical systems. The fact is that the very concept of trajectory, and especially the classical subdivision of the laws of dynamics into arbitrary initial conditions and temporal sequences induced by dynamical laws, becomes ambiguous. But there are positive aspects (...) The 'basic reality' which we want to describe are no longer trajectories but distribution functions ρ . This is, of course, very reminiscent of the quantum situation..." (PRIGOGINE, 1984, pag. 52).

Portanto, se a Mecânica Clássica ficara restrita aos modelos de dois ou três corpos, e desconsiderara o problema das interações, o aporte da Termodinâmica a obriga a enfrentar as duas dificuldades, o que a conduzirá para perto da Mecânica Quântica.

O tema do "tempo interno" se refere aos sistemas dinâmicos 'interinsically random'. Estes permitem a Prigogine pensar em um operador, ao estilo da mecânica quântica, que, em relação a uma família de estados iniciais possíveis, e em relação a uma família de transformações possíveis, determina o número de operações necessárias para conduzir o sistema a cada um dos estados possíveis que são incluídos em sua função de distribuição. Assim, a cada momento dado, este operador indica uma 'idade' intrínseca do sistema ⁴².

A teoria do 'tempo interno' vem não só atender ao apelo filosófico (para Prigogine, o apelo bergsoniano, cujo mote, 'tempo é inovação', ele não cessa de repetir) de uma fundamentação física do tempo fenomenológico, como reforça a teoria dos sistemas dissipativos, na medida em que a geração e destruição de estruturas macroscópicas teriam uma correspondência com a evolução temporal microscópica ⁴³.

⁴² cf. APOSTEL, 1980, pag.322; PRIGOGINE, 1984, pag. 53.

⁴³ sobre a correspondência, ver APOSTEL, op.cit., pag.323.

A teoria do tempo interno permite estabelecer uma distinção entre 'antes que' e 'depois que': uma distribuição mais fragmentada do sistema no espaço de fase expressa maior idade, e uma distribuição menos fragmentada expressa menor idade. Mas a existência de um direcionamento do tempo não implica, por si só, em uma teoria da irreversibilidade no nível fundamental, porque um processo irreversível é aquele em que a ida do 'depois que' para o 'antes que' está proibida, ou seja, além de possuir um direcionamento ele tem um sentido único.

Para obter, de sua teoria do tempo, uma teoria microscópica da irreversibilidade, Prigogine teve que adicionar-lhe uma nova função, que tem o operador tempo como argumento, e que irá desempenhar exatamente o papel da entropia ⁴⁴. Além disso, ele necessitou, com base na distinção entre colisões e correlações, postular que a entropia é um princípio de seleção que exclui certas classes de condições iniciais. O ponto sobre colisões e correlações é que:

"when we consider a many-body situation, we may have arbitrarily distant correlations between particles which have already collided, but not between particles which have not yet collided" (PRIGOGINE, 1984, pag. 57).

Assim, Prigogine postula que:

"second law appears as a symmetry-breaking selection principle, limiting the observables and density functions to the class that tends to the thermodynamic equilibrium in the future" (PRIGOGINE e GEORGE, 1983, pag.4590).

Nós não temos condições de reproduzir e discutir aqui o conteúdo destes três projetos de Prigogine ⁴⁵. A

⁴⁴ cf. PRIGOGINE, 1984, pag. 54.

⁴⁵ que pode ser encontrado em PRIGOGINE, 1980 e em diversos artigos especializados, alguns dos quais damos em nossa bibliografia. Um resumo é apresentado na terceira parte de PRIGOGINE e STENGERS, 1984.

nossa intenção é citar as bases teóricas a partir das quais Prigogine argumenta em defesa de sua concepção de natureza, para que possamos, depois, concentrar a atenção no problema da auto-organização.

Antes de entrar na 'concepção de natureza de Prigogine', devemos ressaltar que Prigogine e colaboradores não têm uma postura contemplativa ou especulativa frente à natureza. Quando Prigogine sugere uma Filosofia da Natureza, ele se refere ao significado de certos termos utilizados na prática científica e à correspondência entre a rede de significados tecida por uma ciência e os problemas a respeito da natureza postos por uma cultura em uma determinada época. Assim, por exemplo, os conceitos de 'tempo' e 'irreversibilidade' são termos de base de algumas disciplinas científicas, e também questões que povoam o universo simbólico de nossa época. A Filosofia da Natureza seria um tipo de produção teórica que visaria suprir a demanda cultural sobre o tempo e a irreversibilidade, a partir dos resultados e perspectivas das práticas científicas nas quais estes conceitos desempenham papel relevante.

Quanto ao método científico, não se pode dizer que Prigogine - assim como qualquer cientista que trabalhe em instituições universitárias ou de pesquisa categorizadas - fuja aos padrões implementados pelos modernos, e explicitados por Kant e pelo empirismo lógico. A "nova aliança" proposta por Prigogine e Stengers repousa em um otimismo a respeito do método experimental (e da chamada "razão instrumental"), cuja vitalidade permitiria uma correção de rotas em seu interior: a eliminação de certos pressupostos e a posição de novos problemas. Em suas próprias palavras:

"il nous faut distinguer très soigneusement entre la science en tant qu'elle a exploré la fécondité et les contraintes d'un mode originel de dialogue avec la nature, le dialogue expérimental, et la forme spécifique qu'elle a prise à l'origine (...) Ce sont les contraintes propres au dialogue expérimental qui aujourd'hui nous mènent à dépasser les concepts de la science classique" (PRIGOGINE e STENGERS, 1979b, pags. 49-50).

A crítica de Prigogine e associados aos pressupostos filosóficos da ciência clássica se centra em dois pontos: no pressuposto da imutabilidade do cosmos e no pressuposto da homogenidade.

Quanto à imutabilidade, podemos distinguir entre as críticas que atacam o que chamaremos de 'eleatismo' e o que chamaremos de 'platonismo'. O platonismo é mais sofisticado que o 'eleatismo', porque incorpora a mobilidade natural, sem renunciar à inspiração fundamental do eleatismo, a identidade entre Ser e Pensar sob o signo da permanência. Podemos caracterizar o eleatismo em uma citação de Giordano Bruno, da qual reproduziremos os trechos sublinhados por Prigogine:

"the universe is, therefore, one, infinite, immobile (...) it does not move itself locally (...) it does not generate itself (...) it is not corruptible (...) it is not alterable" (G. BRUNO , 'apud' PRIGOGINE, 1982, pag. 3).

Segundo este modo de pensar, o ideal da ciência clássica seria representar o mundo móvel, que se apresenta aos sentidos, em um conjunto de relações estáticas. Ainda Einstein dizia que

"Pour nous, physiciens convaincus, la distinction entre passé, présent et avenir est une illusion, si obstinée soit-elle" (EINSTEIN, 'apud' PRIGOGINE, op.cit., pag. 2).

O platonismo reconhece a existência tanto da imobilidade quanto da mobilidade (natural), entretanto entende

que apenas o que é imutável pode ser objeto de conhecimento científico. Uma ciência daquilo que é em si mesmo instável não seria possível: ou ficamos com o mundo móvel, mas tendo que limitar — nos ao uso dos sentidos, ou ficamos com o mundo imóvel, limitando-nos ao inteligível.

É interessante que a biografia de Newton possa ser lida nas categorias da ética platônica do conhecimento. Citando os trabalhos de Dobbs e Westfall, Prigogine e Stengers lembram que durante trinta anos Newton se dedicou ao estudo da alquimia. Quando Newton se dedicou aos estudos astronômicos, ainda estava preso aos modelos da química, pois acreditou que estava defronte a uma situação particularmente simples, na qual as 'afinidades' entre o sol e os planetas poderia ser objeto de uma descrição matemática precisa. Mas a descoberta da lei da gravitação fez adormecer o Newton alquimista, e um novo paradigma emergiu:

"le système newtonien, qui entreprend de penser le monde changeant et mortel sur le modèle des trajectoires immuables, qui règle le problème de la mathématisation de la nature en ramenant cette nature au mathématisable par excellence, aux mouvements idéaux dans l'espace indifférent. La découverte d'une force universelle là où auraient dû être mesurées des attractions spécifiques a étouffé la question de Newton l'alchimiste sous les certitudes du calculateur des trajectoires" (PRIGOGINE e STENGERS, 1979b, pags. 50-51).

O pressuposto da homogeneidade implica na reduzibilidade da multiplicidade de fenômenos naturais a um único nível de descrição, que corresponde ao ponto de vista de um observador onisciente. Aristóteles não era um praticante desta pressuposição, porque para ele apenas o mundo supralunar seria suscetível de uma descrição matemática simples, expressando uma ordem perfeita; a ciência clássica estendeu este modelo, antes restrito aos céus, para todo o real. Uma descrição matemática rigorosa pas -

sou a significar o privilégio da ordem e da medida, associadas a uma epistemologia que privilegia as 'idéias claras e distintas'. As idéias obscuras e confusas, assim como os objetos desordenados e fluidos, não são considerados dignos de interesse científico.

Ainda Laplace, para poder dispensar a "hipótese" de Deus na ciência, veio a lançar mão de um Demônio onisciente, para dar aval a seu determinismo extremado, que concebia a natureza como um mecanismo único, no qual todas as causas estariam coordenadas e o futuro dedutível do passado e das leis físicas.

O tema de uma ordem única da natureza, que já é dada de antemão (e não engendrada de flutuações, etc.) encontrou terreno na temática da 'harmonia preestabelecida' leibniziana. A mecânica clássica houvera sido em parte traduzida para a linguagem da dinâmica leibniziana, especialmente na substituição da concepção obscura de 'força', em Newton, pela energia total (potencial + cinética), expressa na forma canônica (p.ex., o hamiltoniano). Mas, em contrapartida, postulou-se que

"le mouvement se produit au sein d'un monde solidaire tel que rien ne peut s'y produire qui ne soit rendu possible par l'état de l'ensemble des corps, selon une harmonie qui détermine et restreint en chaque instant le déploiement des différents mouvements (...) chaque 'unité monadique' n'est plus déterminée dans chacun de ses mouvements par les interactions dans l'agregat, chacune déploie sa propre loi pour son propre compte, seule dans un système dont elle est intrinsèquement un reflet puisque sa définition même suppose et le traduit dans tous ses détails" (PRIGOGINE, STENGERS e PAHAUT, 1979, pags. 40-42).

Assim, a autonomia das mônadas é subtraída pela 'harmonia préestabelecida', ao mesmo tempo em que o tema da interação é posto fora de propósito.

Mas, segundo Prigogine e associados, onde a ciência clássica procurou o imutável e o universal - isto é, no 'diálogo' experimental com a natureza - encontrou o mutável e o plural:

"the artificial may be deterministic and reversible; the natural contains essential elements of randomness and irreversibility (...) we were looking for all-embracing schemes, for symmetries, for immutable general laws, and we have discovered the mutable, the temporal, the complex" (PRIGOGINE, 1982, pags. 15-16).

Basta um 'desvio' mínimo em um sistema dinâmico de muitos corpos para que, como na física de Lucrecio, surja um elemento de 'randomness' e irreversibilidade no quadro pintado pela mecânica clássica, e, uma vez presente tal elemento, ele é propagado pelas leis físicas. Qualquer sistema considerado em condições 'ecológicas', isto é, sujeito às perturbações do ambiente, pode sofrer tal 'desvio'.

Newton decerto interditaria uma ciência física que atribui um aspecto indeterminista ao objeto estudado; em tal caso, haveria erro do pesquisador ou inadequação do método. Escrevia ele no Prefácio aos Principia:

"os modernos, rejeitando as formas substanciais e as qualidades ocultas, empenharam-se por submeter os fenômenos da natureza às leis da matemática(..) à mecânica prática pertencem todas as artes manuais, das quais a mecânica tirou o seu nome. Como, porém, os artífices costumam operar com pouco rigor, a mecânica toda se distingue da geometria pelo seguinte: tudo o que é exato refere-se à geometria, ao passo que o que não é pertence à mecânica. Entretanto, os erros não são da arte, mas dos artífices" (NEWTON, 1974, pags. 9-10).

Podemos concluir: se os artífices não errarem, a mecânica terá a mesma exatidão da geometria... Mas, será que este ideal se coaduna com a prática do 'diálogo experimental' ?

Sem dúvida as leis da física clássica são eficientes, e sua 'aplicação' é em boa parte responsável pelo crescimento exponencial da civilização moderna. É no contexto do sucesso da ciência clássica que seus limites tornam-se visíveis, e surge o interesse em pesquisar a classe de sistemas - os sistemas intrinsecamente instáveis, que são a grande maioria, senão a totalidade, dos sistemas recortados na experiência - que havia sido excluída da ciência física. Talvez o interesse por tais objetos de estudo advinha de uma época histórica que, ela mesma, faz a experiência - no caso, social e cultural - da explosão demográfica, da comunicação de massas, da emergência e obsolescência do novo, etc. Porém, não podemos exportar dados sócio-culturais para a atividade científica, sob pena de estar fazendo sociologia da ciência, ao invés de epistemologia ou filosofia.

Nosso interesse incide sobre as propostas filosóficas sobre a natureza cujos argumentos podem ser reforçados pelos resultados de Prigogine. São dois pontos que seriam atingidos: primeiro, o estatuto da matéria; segundo, como decorrência do primeiro, uma aproximação maior entre a cultura científica e a cultura antropológica.

Em oposição à matéria 'passiva', teríamos uma imagem de uma matéria 'ativa' e possuidora de potencialidades criativas:

"(A ciência clássica) semblait suggérer l'idée que l'objet des sciences physiques est un objet passif, que l'on peut décrire de l'extérieur, un objet connaissable de part en part, avec lequel celui qui décrit ne peut rien avoir en commun" (PRIGOGINE e STENGERS, 1979b, pag. 44).

As propriedades dos sistemas abertos, por outro lado

"nous amènent à revoir le statut de la matière. Celle-ci apparaît désormais plus active, plus ouverte au monde extérieur" (PRIGOGINE, 1983, pag. 15).

A atividade da natureza é concebida em relação à prática experimental:

"The dynamical object could be controlled through its initial conditions (...) In this context irreversibility is 'negative'; it appears in the form of 'uncontrolled' changes that occur as soon as the system eludes control. But, inversely, irreversible processes may be considered as the last remnants of the spontaneous and intrinsic activity displayed by nature when experimental devices are employed to harness it" (PRIGOGINE E STENGERS, 1984, pag. 120).

Não só a irreversibilidade, mas também a existência da velocidade da luz como constante universal, e a existência da constante de Plank, indicam "limites à nossa manipulação da natureza"; a segunda lei da termodinâmica indica que não podemos realizar certos tipos de experimentos, embora eles sejam compatíveis com as leis da física; o princípio da luz indica que não podemos transmitir sinais com uma velocidade superior à da luz no vácuo, e a existência da constante de Plank indica que não podemos medir simultaneamente o momento e a posição de uma partícula elementar ⁴⁶.

As impossibilidades experimentais não se referem a uma deficiência técnica, mas sobretudo à espessura intrínseca à natureza. Os procedimentos experimentais são fatos físicos e, como tais, estão sujeitos às mesmas impossibilidades que todo fenômeno físico; por isso, mesmo de um ponto de vista onisciente, não seria possível suplantar as referidas impossibilidades.

Na visão clássica da natureza (i.é., na mecânica clássica), não havia nela lugar para o homem, o que encaixava bem com as idéias religiosas de criação e salvação. Entretanto, os cientistas ateus se viam em uma situação

⁴⁶ cf. PRIGOGINE, 1982, pag. 22.

desconfortável para explicar suas próprias existências. O drama se tornou particularmente agudo na biologia de Monod, em que o homem ocupa um lugar puramente acidental no universo. Como explica APOSTEL,

"Monod, rejoignant ici la sensibilité de son ami Albert Camus, considère l'homme expression de cette vie improbable comme un 'étranger dans l'univers, insensible à sa musique'. Prigogine et Stengers au contraire veulent démontrer (...) que dans des circonstances nullement improbables (une planète ni trop proche ni trop lointaine d'un soleil ni trop grand ni trop petit) l'apparition de systèmes analogues aux systèmes vivants est très probable et une conséquence inéluctable des mêmes lois de la thermodynamique dont fait usage Monod" (APOSTEL, 1980, pag. 319).

A ciência da natureza, após emancipar-se da tutela institucional das autoridades teológicas, estaria enfim libertando-se dos seus pressupostos teológicos (e/ou sociocêntricos)? É o que parecem indicar PRIGOGINE e associados:

"notre rapport actuel au monde est caractérisé par un certain déclin de l'élément mythique et de l'élément transcendantal; et, par contraste, par l'inclusion d'un élément plus naturaliste, plus écologique: la raison désormais est plus à l'écoute du monde qu'à l'affut d'une domination sur un monde soumis sans conditions" (PRIGOGINE, 1983, pag. 34).

E, com esta última citação, voltamos ao problema da auto-organização.

4 - UM "PARADIGMA DAS ESTRUTURAS DISSIPATIVAS ?"

O teórico das ciências JANTSCH referiu-se ao trabalho de Prigogine como "o emergente paradigma da evolução" - subtítulo de seu livro The Self-Organizing Universe. Ele assim caracteriza tal paradigma:

"Self-Organization is the dynamic principle underlying the emergence of a rich world of forms manifest in biological, ecological, social and cultural structures. But self-organization does not only starts with what we usually call life. It characterizes one of the two basic classes of structures which may be distinguished in physical reality, namely, the dissipative structures, which are fundamentally different from the equilibrium structures. Thus, self-organization dynamics becomes the link between the realms of the animate and the inanimate. Life no longer appears as a thin superstructure over a lifeless physical reality, but as an inherent principle of the dynamics of the universe" (JANTSCH, 1980a, pag. 19).

"Auto-Organização" seria, assim, um princípio genérico, enquanto "Estruturas Dissipativas" designaria uma classe bem determinada de fenômenos. Em um artigo, escrito logo após o referido livro, JANTSCH oferece-nos um resumo de seu programa:

"a number of recent systems concepts focussing on self-organization and evolution may be understood as particular views taken of the phenomenon of dissipative self-organization (...) or self-organization based on entropy production (Embora) there is also a conservative self-organization which does not involve entropy production and reflects only the interplay of static attracting and repelling forces" (JANTSCH, 1980b, pag. 81).

Segundo JANTSCH, a teoria prigoginiana das estruturas dissipativas não teria se preocupado suficientemente com a modelização das formas cíclicas de organização, ao passo que a teoria da autopoiesis (ver nosso capítulo IV) não teria se preocupado com as estruturas espaço-temporais. JANTSCH pretendia desenvolver as possíveis complementaridades destas teorias, ou seja,

"to show that all these concepts relate to different aspects of the same phenomenon of dissipative self-organization and that these aspects may be ordered in hierarchical relationships" (JANTSCH, 1980b, pag. 81).

Fazendo a 'genealogia' do conceito de 'auto-organização', cinco anos depois, STENGERS não se mostra segura quanto ao seu papel paradigmático; ele seria mais algo como uma "idéia reguladora" que inspira diversas atividades de pesquisa diferentes, mas que ainda não provou ser capaz de servir para aglutinar uma comunidade científica em torno de um programa de pesquisas e experimentação bem definido, embora carregue consigo questões filosóficas legítimas ⁴⁷. Ela não descarta, por exemplo, a possibilidade de classificar Prigogine em um grupo de cientistas que se orientam em torno das relações entre dinâmica e termodinâmica, como Haken, Eigen, Ruelle e Thom, e que têm como temas principais a noção de fenômenos coletivos e de estado atrator, o que teria o efeito de reduzir o uso de 'auto-organização' - na obra de Prigogine - a uma palavra entre outras. O que a impede de escolher tal alternativa é a orientação de Prigogine, comum aos embriologistas organicistas e aos ciberneticistas do Biological Computer Laboratory (cf. nosso capítulo IV), no sentido de oferecer uma contribuição significativa à teoria da vida ⁴⁸.

Talvez não devemos ficar nem com o otimismo de JANTSCH nem com o ceticismo de STENGERS a respeito da vocação paradigmática do termo 'auto-organização' em Prigogine. Em primeiro lugar, devemos lembrar que Eigen e Haken utilizam 'auto-organização' em lugares importantes, e com um significado muito familiar ao que Prigogine empresta ao termo. Eigen expõe a teoria do 'hiperciclo' em artigos intitulados "Self-Organization of Matter and the Evolution of Biological Macromolecules" e "The Hipercycle: a Principle of Natural Self-Organization". Haken, por sua vez, assim define os sistemas sinérgicos:

⁴⁷ cf. STENGERS, 1985, passim.

⁴⁸ STENGERS, op.cit., pag. 37.

"Synergetic systems are those that can produce macroscopic spatial, temporal or functional structures in a self-organized way" (HAKEN, 1980, Preface).

Portanto, podemos também classificar Eigen e Haken sob o emblema da 'auto-organização', mesmo que o significado mais preciso que atribuem ao termo não confira exatamente com Prigogine.

Em segundo lugar, precisamos saber qual é o significado do termo em Prigogine, em seus textos - o que Stengers esqueceu-se de fazer, talvez por ter ela mesma participado da redação de boa parte destes textos. Mas o trabalho científico de Prigogine ultrapassa os limites das interpretações compartilhadas com Stengers, o que nos autoriza a eventualmente discordar da avaliação atual de Stengers a respeito de textos dos quais é co-autora.

O subtítulo do livro de PRIGOGINE e NICOLIS, Self-Organization in Non-Equilibrium Systems é "From Dissipative Structures to Order Through Fluctuations", o que nos indica que a concepção prigoginiana de 'auto-organização' ultrapassa o modelo da 'estabilidade estrutural', que caracteriza as estruturas dissipativas, e se refere ao mecanismo de 'Ordem por Flutuações'. Ou seja, não só a formação de estruturas estáveis em sistemas distantes do equilíbrio seria um processo de auto-organização, mas também a destruição destas estruturas seria 'auto-organização'. Se, para os biólogos - em quem Stengers ancora a 'auto-organização' - o objeto de estudo desaparece quando a estabilidade é rompida (do ser vivo temos um ser morto), para Prigogine a destruição da estabilidade estrutural é ainda uma forma de organização. 'Auto-Organização' não se refere, para ele, à manutenção de uma estrutura estável, mas antes ao processo evolutivo, que é "meta-estável"; que destrói estruturas e cria novas estruturas:

"in complex systems, both the definitions of entities and of the interaction among them can be modified by evolution. Not only each state of a system but also the very definition of the system as modeled is generally unstable, or at least metastable" (FRIGOGINE e STENGERS, 1984, pag. 204).

Mas, se os objetos de estudo são metaestáveis, a que se refere o 'auto' de 'auto-organização' ? A resposta é simples: à matéria, à natureza. A destruição de estruturas é um momento na 'auto-organização' da matéria. Esta resposta, contudo, nos conduzirá a uma dificuldade: o campo de aplicação do conceito de 'auto-organização' seria excessivamente amplo, a ponto de podermos dizer que tudo aquilo que é descrito por operadores, como o (operador) tempo e as entidades da mecânica quântica, é 'auto-organizado'. Sendo assim, o conceito seria trivializado.

Logo, em terceiro e último lugar, precisamos detectar a que outros conceitos, bem definidos e efetivamente paradigmáticos, a noção de 'auto-organização' nos remete, no contexto do trabalho científico de Prigogine e colaboradores. Estes outros conceitos parecem-nos ser os seguintes:

- a) critério 'ecológico' para definição de um sistema físico: os sistemas físicos não são os sistemas 'idealizados', mas aqueles que estão energeticamente conectados com o 'ambiente', com o exterior;
- b) sistema composto de muitos corpos em interação, capaz de reagir 'globalmente' às perturbações 'locais'.

Então, o conceito de 'auto-organização', em Prigogine, diria respeito a temas que já se faziam presentes na física, independentemente de seu trabalho recente: o modelo 'fenomenológico' dos sistemas físicos, o 'holismo' e o 'interacionismo', etc.. A contribuição de Prigogine e colaboradores está em ter articulado teoricamente e em ter oferecido base experimental para propostas que ainda não tinham encontrado terreno seguro junto à comunidade científica - e é isto o que 'auto-organização' conota.

Entretanto, interpretar 'auto-organização' nestes termos, se, por um lado, parece ser o mais seguro, por outro, pode abrir a guarda às críticas dos que seriam os adversários de um 'paradigma da auto-organização'. Com efeito, se 'auto-organização' diz respeito a problemas já postos no contexto do antigo paradigma - que seria o paradigma da ciência clássica - não haveria então uma ruptura entre paradigmas, e os novos problemas poderiam ser resolvidos no quadro do paradigma da ciência clássica. É o que Tonnelat e Thom, em suas palavras, argumentaram.

TONNELAT⁴⁹ baseia sua argumentação em dois pontos: é errado interpretar o segundo princípio como um princípio de aumento de desordem molecular; o aparecimento de estruturas 'ordenadas', como os seres vivos, pode resultar da evolução para o estado de equilíbrio. Assim, a termodinâmica do equilíbrio poderia explicar o funcionamento de um ser vivo, ao menos de um ser vivo já constituído.

A linha de argumentação de TONNELAT é a seguinte: ele entende que as noções de ordem e desordem são subjetivas, pois o arranjo molecular no estado de equilíbrio pode ser considerado 'ordenado', dependendo do modo como é visado. Desde que um sistema evolui e sua entropia aumenta, cresce o número de situações possíveis (modos de repartição dos constituintes) e, logo, aumenta a probabilidade de ocorrerem situações locais singulares - o sistema torna-se mais complexo. Se considerarmos o ser vivo e o seu ambiente como um só sistema (ele retoma aqui um raciocínio já feito por Ashby, cf. nosso capítulo IV), a evolução deste sistema grande permite a complexificação de sub-sistemas, como é o caso dos seres vivos.

⁴⁹ cf. TONNELAT, 1978, e TONNELAT, 1979.

THOM esteve fazendo acusações pouco sóbrias a Prigogine⁵⁰, que não seria interessante rever, mas o fundo da polêmica está em que ele julga que sua 'teoria das catástrofes' seria capaz de explicar, nos quadros do determinismo, os fenômenos explicados por Prigogine através de processos estocásticos. Uma intervenção interessante no debate Thom-Prigogine foi a de LARGEAULT, que propusera⁵¹ uma revisão na noção de 'determinismo', no sentido de que designaria uma postura metodológica, que comportaria os processos estocásticos. O 'determinismo metodológico' seria um tipo de máquina de Turing, pois requeriria a formalização dos elementos e regras para a resolução de um problema científico, só sendo aceitas as respostas que se seguissem deste conjunto. O 'determinismo metodológico' não implica em asserções sobre os "estados iniciais" dos sistemas naturais (que, na verdade, são "iniciais" apenas para o observador, pois a natureza já está em curso há muito tempo...), mas, sim, sobre os estados iniciais do modelo; também não implica em asserções sobre "leis da natureza", mas sim sobre regras de transformação.

O 'determinismo metodológico' de LARGEAULT assemelha-se à "explicação estrutural" de THOM⁵², que parece ser uma alternativa interessante à explicação de tipo reducionista - que THOM chama de "atomismo físico" - na qual se baseia o determinismo clássico; porém, THOM julga⁵³ que a abordagem estatística não seria capaz de explicar as "morfologias" - para o que seria preciso sua teoria das catástrofes. Mas, a substituição da atitude do cientista físico-químico pela atitude do matemático ou do lógico - o trabalho com sistemas formais - nos remete ao problema da 'auto-organização' na cibernética.

⁵⁰ em THOM, 1980.

⁵¹ cf. LARGEAULT, 1981a, e LARGEAULT, 1981b.

⁵² THOM, 1983, pags. 10-11.

⁵³ THOM, 1983, pag. 11.

CAPÍTULO IV
A AUTO-ORGANIZAÇÃO NA CIBERNÉTICA

4.1 - PEQUENA HISTÓRIA DO CONCEITO

Como relata LIVET¹, foi Wiener quem chamou de 'cibernética' a uma linha de pesquisa, manifesta no artigo "Behavior, Purpose and Teleology" (1943), que estudava mecanismos capazes de reconstruir comportamentos finalizados. A noção de 'feed-back' permitia que a finalidade pudesse ser assimilada à manutenção da estabilidade do sistema, frente às perturbações do ambiente. A teoria da informação ainda veio permitir à cibernética desvincular-se da dimensão físico-química, ou energética, dos sistemas estudados, e tratar apenas das funções lógicas, como no modelo da rede de 'neurônios formais' de McCullough e Pitts, que pretendeu ser um modelo funcional das atividades cerebrais.

Em 1948 Shannon propôs uma equivalência entre a noção de informação e a noção de entropia negativa, que, como diz STENGERS², abriu um campo de pesquisas que seria coerente com a física e ao mesmo tempo independente com relação a ela. É neste contexto que se desenvolveu uma linha de pesquisas sobre 'auto-organização', independente da embriologia e da termodinâmica de Prigogine, a partir do Biological Computer Laboratory, dirigido por von Foerster, que viria a publicar seus primeiros trabalhos ao início da década de sessenta.

Dividiremos nosso esboço histórico em três momentos: a) o BCL, destacando os nomes de von Foerster e Ashby; b) a teoria da Autopoiesis, de Maturana e Varela; c) Atlan e o 'neo-conexionismo'.

Segundo STENGERS³, foi Gordon Pask quem 'inventou'

¹ LIVET, 1985, pag. 110.

² STENGERS, 1985, pag. 17.

³ STENGERS, op.cit., pag. 39.

o termo 'auto-organização'. Em "The Natural History of Networks" (em YOVITS e CAMERON, Eds., Self-Organizing Systems, London, Pergamon Press, 1960),

"Pask explica que plusieurs points de vue sont toujours possibles sur un même objet. On peut étudier un homme d'un point de vue anatomique, mais si on lui parle, alors, par définition, on le regarde comme un système auto-organisateur, et on ne peut plus prétendre au statut d'observateur spécialisé (...) mais comme un 'naturaliste' (...) Il ne peut qu'interagir, converser, et doit être prêt à changer de point de vue pour répondre aux transformations de son système" (STENGERS, 1985, pag. 39).

E STENGERS avalia que

"En ce sens, l'auto-organisation apparaît comme une idée quasi-régulatrice; elle n'est pas identifiée comme une propriété intrinsèque du système observé, mais comme propriété relationnelle (...) qui implique donc un mode d'interaction qui ne peut se réduire à la découverte de 'la' règle du jeu auquel ce système obéit" (STENGERS, op.cit., pag. 39).

Em Principles of Self-Organization (VON FOERSTER e ZOPF, Eds., Pergamon Press, London, 1962), von Foerster afirmava que 'auto-organização' definia o objetivo e a ambição de seu laboratório⁴. Tal objetivo traduzia-se na concepção de computadores cuja organização estrutural e funcional conferir-lhes-iam propriedades semelhantes às dos seres vivos⁵. Mas o projeto do BCL, sob a insígnia 'auto-organização', diferiria do projeto de McCullough em diversos pontos. O principal é que no BCL concebiam-se o ser vivo não como pura máquina de cálculo lógico, mas como um ser cuja principal tarefa seria sobreviver em um meio-ambiente que lhe apresenta elementos adversos⁶. Assim, foram desenvolvidas idéias como as de causalidade circular, da memória como mudança de modalidade operacional do siste

⁴ cf. STENGERS, 1985, pag. 8.

⁵ cf. STENGERS, op.cit., pag. 24.

⁶ cf. STENGERS, op.cit., pag. 36.

ma computador e a distinção entre máquinas triviais e não-triviais, que caracterizariam uma "cibernética da cibernética" ou "cibernética de segunda ordem", preocupada com os sistemas observadores, ao contrário da de "primeira ordem", preocupada com os sistemas observados. A noção de 'auto-organização' serve então, segundo STENGERS⁷, para marcar a distância da "cibernética de segunda ordem" em relação à "de primeira ordem".

No terceiro simpósio promovido pelo BCL, em 1962, Zopf, à maneira de Pask, defendia a 'auto-organização' como uma heurística para o conhecimento de um sistema pressuposto 'como se' capaz de se transformar, obrigando-nos a mudar nosso quadro de referência a seu respeito⁸. Mas tal concepção apresentava uma dificuldade, pois o objeto de estudo proposto seria uma 'caixa negra' impenetrável, a tal ponto que seria impossível, partindo das interações com o sistema, descobrir suas regras de funcionamento⁹. Por isso, von Foerster e Pask tentaram construir um modelo para os sistemas auto-organizados, utilizando-se dos recursos da teoria dos jogos. Um sistema auto-organizado seria como uma "assembléia de jogadores". Comenta STENGERS:

"Une telle assemblée répond, expliquent les auteurs, aux critères d'un système auto-organisateur. Nous avons beau connaître les entités, la définition même de l'assemblée, c'est-à-dire la structure qui devrait rester invariante, ne cesse, elle, de se transformer. Les entités en compétition peuvent, en effet, former des coalitions telles que c'est la définition même de ce qui est en compétition qui change au cours du temps" (STENGERS, 1985, pag.41).

Mas não foi este tipo de modelo que atraiu a atenção dos pesquisadores do BCL; segundo STENGERS, o tipo de sistema auto-organizado sobre o qual trabalhará von Foers-

⁷ STENGERS, 1985, pag. 38.

⁸ STENGERS, op.cit., pag. 40.

⁹ STENGERS, op.cit., pag. 41.

ter mais se assemelhava a um "truque" feito por um prestidigitador para gerar "surpresa" naqueles que não sabem o segredo utilizado. Situar o sistema em relação com o ambiente servirá a von Foerster para cunhar sua teoria de "ordem pelo ruído", na qual é o sistema mesmo quem define o que é, para ele, ordem e desordem, de tal modo que o 'ruído' ambiental pode servir-lhe para gerar ordem. Mas, neste caso, quem estuda tal sistema teria decidido não saber qual é o "truque", o algoritmo do sistema. A 'auto-organização' repousaria, assim, na ignorância do pesquisador sobre o objeto de estudo; não uma ignorância inexpugnável, mas voluntária.¹⁰

O projeto do BCL sofreria então de ambiguidade: a noção de 'auto-organização' tanto diria respeito a uma propriedade relacional entre dois sistemas observadores, quanto a um "truque" do analista que engendra um modelo com vistas a gerar surpresa em seus espectadores. LIVET¹¹ estuda tal ambiguidade no caso da teoria das 'máquinas não-triviais' de von Foerster. Em uma máquina dita 'trivial', os outputs são funções dos inputs; em uma máquina 'não-trivial', os outputs são função do input e do estado interno da máquina. von Foerster pretendia mostrar que uma máquina não-trivial possui uma 'memória', mesmo que não tenha meios de 'estocar' informações. Mais adiante, von Foerster acopla duas máquinas não-triviais, formando um metassistema, que não teria 'inputs' e dependeria apenas de suas próprias regras. Um observador que não conhece o sistema poderá então crer que ele não possui memória nem história, mas aquele que o conheça suficientemente poderá falar em um processo de "aprendizagem". Pode-se então imaginar que, se uma máquina não-trivial pode ser associada a um autômato de estados finitos, o metassistema seria um autômato a funções

¹⁰ ver STENGERS, pags. 43-45.

¹¹ cf. LIVET, pags. 128-131.

finitas, que calcula não os estados mas as funções (os programas) e que seria definido pelos 'funcionais', i.é., funções de funções (LIVET não nota, mas a situação é bastante similar aos sistemas quânticos e sua definição em termos de operadores; caminhando no sentido inverso, ele critica von Foerster por ser responsável por uma "proliferação ontológica", e por estar praticando prestidigitação, ao subtrair a memória de um sistema e depois gerá-la).

A estratégia de Ashby, no BCL, foi de solapar as bases das 'experiências de pensamento' sobre sistemas auto-organizados que pressupunham ignorância do objeto de estudo, ou melhor, como explica STENGERS

"Dès lors que l'interlocuteur s'est laissé convaincre que, en dernière analyse, la seule définition rationnelle possible du comportement possible d'un système doit se faire en termes d'une fonction qui, étant donné un état du système et celui de l'environnement, détermine l'état suivant, la couperet peut tomber. L'auto-organisation, entendue comme la modification, auto-déterminée par le système, de cette fonction, est impossible, ou bien alors elle traduit seulement le fait que la fonction qui semble s'être auto-modifiée avait été mal définie. La fonction est un invariant du système, elle ne peut se modifier, sauf à imaginer une autre fonction que détermine le changement de la première, et qu'il aurait fallu inclure dans la définition" (STENGERS, 1985, pag. 46).

Sendo assim, a auto-organização ou é impossível ou é um caso trivial de redefinição do sistema - é o que conclui Ashby. O tema da 'auto-organização' poderia então ser substituído pelo tema da evolução do megassistema para um estado de equilíbrio, conforme a mecânica estatística boltzmanniana, com a inovação seguinte: enquanto Boltamann pensava em um único estado de equilíbrio, Ashby incorporou a descoberta posterior da existência de uma pluralidade de estados de equilíbrio (ou estados estacionários próximos ao equilíbrio). Em sua teoria do 'homeostato' (1967), Ashby tentou,

segundo STENGERS ¹², mostrar que "a característica geral de evolução de estado em estado (...) permite interpretar a estabilidade de tipo homeostática que os fisiologistas reconhecem no organismo", e também as ações reflexas, os instintos e a aprendizagem.

A proposta de Ashby implicava em uma substituição da temática da auto-organização de um sistema pela temática da "co-evolução", de um sistema e seu ambiente, para um estado de equilíbrio, sob o ponto de vista de um observador onisciente ¹³.

A conclusão de STENGERS sobre o BCL é a seguinte:

"L'auto-organisation au BCL nous est donc apparue comme une notion essentiellement instable, écartelée entre deux stratégies cognitives et professionnelles distinctes. La première est par vocation interdisciplinaire et pragmatique. Elle met l'accent sur le point de vue de l'observateur non pas en tant que celui-ci décide (mode unilatéral) mais en tant qu'il a affaire (mode relationnel). La seconde, celle d'Ashby, est par vocation fondatrice et axiomatique. Elle utilise la référence à l'omniscience pour codifier une fois pour toutes les régles d'un discours bien construit" (STENGERS, 1985, pag. 55).

Quando Maturana e seu ex-aluno Varela se juntaram ao BCL, o tema da 'auto-organização' já houvera sido deixado em segundo plano; von Foerster acatara tacitamente a estratégia de Ashby ¹⁴. O ponto em comum entre os chilenos e o BCL seria pensar a diferença entre os computadores e autômatos de que dispomos - máquinas que os chilenos classificam como 'alopoieticas' - e o ser vivo - uma máquina 'autopoiética', que produz-se a si mesma ¹⁵.

De acordo com LIVET, no esquema de Ashby, só haveria uma "auto-organização", em sentido fraco, de um siste

¹² STENGERS, 1985, pags. 48-49.

¹³ STENGERS, op.cit., pag. 51.

¹⁴ cf. LIVET, 1986, pag. 3.

¹⁵ cf. STENGERS, op.cit., 56.

ma contido em um sistema maior, que seria um sistema fechado rumando para o equilíbrio. A noção de adaptação de um organismo (sistema menor) em um ambiente (sistema maior - que seria um sistema fechado), teria no fundo eliminado o problema da aprendizagem, pois ela seria tautológica, não-inovativa. O programa experimental de Varela, indo além dos textos conceituais sobre a 'autopoiesis' escritos com Maturana, consistiu, a partir de Principles of Biological Autonomy¹⁶, ainda segundo LIVET, em

"enrichir la complexité des états en recourant à l'infini. La 'récursivité' ou réflexivité de Varela suppose des itérations infinies tendant vers des limites (qui donnent le 'comportement propre'-eigenbehaviors - de l'opérateur réflexif)(...)Varela se propose d'étudier des comportements plus riches que des points fixes. Par exemple des cycles limites (...) des formes d'auto-référence différentes" (LIVET, 1986, pag. 3).

Mas, ao dedicar-se Varela à experimentação, na neurofisiologia da percepção, a teoria da autopoiesis, e seu desdobramento em uma lógica da auto-referência, teriam ficado em segundo plano; o problema teria se resumido a mostrar que é o estado interno do cérebro e sua organização própria que ditam as variações entre as respostas a um mesmo input - variações que seriam inexplicáveis de outro modo¹⁷.

Discutiremos com maior detalhe a proposta de Varela, assim como a de Atlan, um pouco mais adiante, em nosso item 4.2.¹⁸ Vejamos antes como Atlan e o 'neo-conexionismo' se situam em relação ao BCL. STENGERS e LIVET entendem que o ponto principal é a passagem de uma 'auto-organização' es-

¹⁶ este livro, publicado em 1978, reúne trabalhos de Varela desde a primeira metade da década de setenta, junto com Maturana.

¹⁷ cf. LIVET, 1986, pag. 9.

¹⁸ para uma avaliação da teoria da 'autopoiesis', e suas relações com o BCL, ver ANDREW, 1979.

peculativa, limitada a "experiências de pensamento", para a pesquisa experimental sobre a 'auto-organização', o que tornou-se possível graças à existência de computadores mais eficientes, capazes de simularem modelos mais ricos que os propostos pelo BCL. Estes novos modelos seriam estudados em suas características próprias, vindo as conclusões a se aplicar à biologia em um segundo momento, sem que haja desde o início o direcionamento das pesquisas no sentido de construir artificialmente máquinas semelhantes aos seres vivos ¹⁹.

Na genealogia de STENGERS, Atlan teria recolhido de Ashby a idéia de estudar as redes de autômatos acoplados ao acaso. As conexões ao acaso não significam que são imprecisas ou estocásticas, mas que suas 'performances' não são conhecidas de antemão: trata-se de "'se dar' as conexões e estudar a performance resultante" ²⁰. A questão se torna: "o que fará a rede de autômatos, por si mesma?" . Assim,

"l'auto-organisation 'reprend' un sens qui correspondrait à un aspect restreint du programme général d'Ashby, mais un aspect qui est pratiquement accessible" (STENGERS, 1985, pag. 51).

A performance da rede de autômatos não pode ser analisada logicamente, ou explicada por uma regra extrínseca: eis o conteúdo de 'auto-organização', estreitamente vinculado a uma prática experimental. Como explica LIVET, a 'auto-organização' estaria então ligada ao observador (que constrói o sistema, que tem uma certa quantidade de informação a seu respeito, etc.), mas

"Tout le problème est de savoir si cet observateur peut changer de point de vue a son gré (auquel cas l'auto-organisation est un peu un effet

¹⁹ cf. STENGERS, 1985; LIVET, 1985 e 1986, passim.

²⁰ STENGERS, op.cit., pag. 50.

de perspective), ou si son objet lui impose des limites indepassables (par exemple la impossibilité d'une mesure suffisamment précise pour faire une prediction autre que globale, l'impossibilité de dissocier totalement contrôle externe et modes d'evolution internes, etc.." (LIVET, 1986, pag. 4).

As perspectivas de desenvolvimento das pesquisas sobre 'auto-organização' nos anos oitenta estariam, então, ligadas ao 'neo-conexionismo'. Neste contexto, prevê LIVET²¹, seria possível um reencontro com o "velho" conexionismo, a Inteligência Artificial desenvolvida por McCullough e sua escola. McCullough seria o "ancestral" do neo-conexionismo:

"McCullough et Pitts avaient montré qu'en définissant les connexions de manière adéquate, on pouvait calculer sur de tels réseaux ('neurônios formais') les fonctions booléennes (...) les réseaux de neurones formels étaient déjà des réseaux à seuils. De plus McCullough ne s'est pas seulement soucie de modéliser le cerveau, ou les fonctions de l'esprit, mais qu'il a étudié pour eux-mêmes les réseaux qu'il avait construits. Ainsi avait-il étudié leurs propriétés de résistance au bruit, en modifiant certaines connexions choisies aléatoirement. J.P. Dupuy suggère même que McCullough avait anticipé le recours à la physique des verres de spins, aux modèles du ferro-magnétisme, en prenant le modèle de l'aimantation" (LIVET, 1986, pag. 22).

4.2 - A COEXISTÊNCIA DE AUTONOMIAS

O estudo de sistemas auto-organizados coloca o problema da relação entre dois sistemas auto-organizados, o sistema observador e o sistema auto-organizado que é observado, ou, como diria von Foerster, da coexistência entre dois sistemas observadores. Esta situação é inédita na epistemologia filosófica tradicional (Descartes, Hume, Kant, He

²¹ LIVET, 1986, pag. 21.

gel). As soluções filosóficas tradicionais ora prevêem um sujeito ativo, frente a um objeto passivo, ora um sujeito passivo frente aos dados exteriores, ora uma correspondência entre as formas a priori e as intuições sensíveis, ora a descoberta das estruturações lógicas que enformam tanto o sujeito quanto o objeto, etc.

von Foerster parece ter sucumbido frente à seguinte aporia: a autonomia do objeto seria salvaguardada pela incognoscibilidade (de sua função, etc.); mas, se o objeto é desconhecido, como se pode afirmar que ele se auto-organiza? Assim, se quisermos afirmar que o objeto é auto-organizado, precisamos estar certos de conhecer todos os traços relevantes a seu respeito, de modo que não sejamos 'surpreendidos' posteriormente frente ao aparecimento de traços que já estavam lá - como o coelho na cartola. Esta seria a solução ashbyiana para tal aporia. Mas, neste caso, como falar em auto-organização? Temos aqui o contexto no qual Varela e Atlan desenvolveram suas propostas.

Varela efetivamente não fala em 'auto-organização', mas em 'autonomia' - que seria um termo que acarretaria, por assim dizer, um "compromisso ontológico" menor para quem o usa. A noção de 'autonomia' serve a Varela para criticar a "cibernética de primeira ordem", na qual as noções-chave são 'informação' e 'contrôle'. Rosenberg intitulou de "gestalt do computador"²² a esta concepção da cibernética. Referindo-se a ela, diz Varela:

"information, for the computer gestalt, becomes unequivocally what is represented, and what is represented is a correspondence between symbolic units in one structure and symbolic units in another structure. Representation is fundamentally a picture of the relevant surroundings of a system, although not necessarily a carbon copy" (VARELA, 1978, pag. XIV).

²² 'apud' VARELA, 1978, pag. XII.

Entende VARELA que

"from the point of view of the natural (including the social) systems, the computer gestalt is, to say the least, questionable. There is nobody in the brain to whom we can refer to obtain an assignment of correspondences, and any attempt to view it as an input-output processing machine can be equally well be interpreted as the machine's reducing us to an equally allonomous entity" (VARELA, 1978, pag.XIV).

VARELA distingue dois significados de 'informação'. Para o paradigma do controle, informação é instrução e representação; para o paradigma da autonomia, a inter-relação entre o sistema observador e o sistema observado (no caso de este ser um sistema autônomo) é inseparável da performance (para os seres vivos, performance cognitiva) do sistema observado:

"to explore the way in which a system specifies its own identity is also to explore what its informational actions can possibly mean (...) Thus, by discussing autonomy, we are led to a reexamination of the notion itself: away from instruction, to the way in which information is constructed; away from representation, to the way in which adequate behavior reflects viability in the systems' functioning rather than a correspondence with a given state of affairs" (VARELA, 1978, pag. XII).

Assim, a situação originária do conhecimento seria a inter-relação entre 'sujeito' e 'objeto'. Os sinais oriundos do objeto devem ser interpretados como expressões de sua autonomia, supondo-se que ele opera no espaço físico. A autonomia não é inferível das 'informações' recebidas, pois os 'sinais' emitidos por um objeto podem ser interpretados tanto por uma hipótese que pressupõe sua autonomia quanto por uma hipótese que não a supõe. O núcleo lógico da autonomia não se manifesta na observação, pois os processos pelos quais se constrói a identidade do observador

e do observado são independentes entre si. Portanto, só haverá conhecimento da lógica da autonomia de um sistema observado se o primeiro, "autonomamente", articular uma hipótese que, por assim dizer, "ressoe" com o objeto observado. Neste caso, e apenas nele, a interpretação dos "sinais" pela hipótese da autonomia deverá ser mais frutífera que a interpretação pelo "contrôle". Concluimos então que a autonomia do observador é condição de possibilidade de seu discurso sobre a autonomia do observado. A lógica da autonomia não é conteúdo de experiência; é o observador, como sistema autônomo, que a articula, e, a partir desta hipótese, interpreta os sinais.

Como afirma VARELA:

"it would seem that in all natural systems so far studied in any detail, the recursive interdependence of their processes has been revealed (...) (Mas) the way in which empirical evidence is organized is, in itself, a function of the basic theoretical perspective one adopts. Thus our approach proceeds in the opposite direction: we will make this background of knowledge into a theoretical assumption, and then proceed to apply it to several domains and prove its validity by means of its fertility" (VARELA, 1978, pags. 57-58)

O tipo de operação lógica que caracteriza uma hipótese deste tipo é, segundo Varela, a auto-referência. A explicação do comportamento de sistemas autônomos se faria através de sistemas lógicos auto-referentes, buscando-se posteriormente a verificação da hipótese para cada caso individual ²³.

Se adotarmos a perspectiva de VARELA, teremos que desistir da concepção clássica de objetividade, a qual

²³ VARELA, 1975, elaborou um "cálculo para a auto-referência"; ver também VARELA, 1978, Capítulos 12, "Closure and Dynamics of Forms", e 13, "Eigenbehaviour: Some Algebraic Foundations of Self-Referential System Processes".

pressupõe um ponto de vista onisciente, que simplesmente elimina toda interação observador-observado, mas não abandonaremos a objetividade, sem a qual não estaríamos nos propondo a fazer ciência. Como ele escreve:

"an explanation is always given by us as observers, and it is central to distinguish in it what pertains to the system as constitutive of its phenomenology from what pertains to the needs of our domain of description, and hence to our interactions with it, its components, and the context in which it is observed (...) notions arising from cognitive and expositional needs in the domain of description do not pertain to the explanatory notions for a constitutive organization of the unity" (VARELA, 1978, pags. 59, 63-69)

As noções que Varela tem em mira são, especialmente, as noções de informação e representação, que pertenceriam ao domínio de descrição, mas não seriam explicativas da "organização constitutiva da unidade" observada, no caso de sistemas autônomos.

Uma nova questão então se coloca: como distinguir entre os casos em que há "ressonância" da hipótese da autonomia com o tipo de comportamento do objeto, dos casos em que isto não ocorre? Precisamos encontrar um critério que nos permita distinguir em que casos individuais será interessante descrever um sistema como autônomo. De certo existe uma familiaridade lógica entre todos os sistemas autônomos, mas isto não significa que suas articulações constitutivas sejam isomorfas entre si. O que é familiar é o aspecto global de sua performance, e não as operações pelas quais cada sistema individual constrói sua identidade, que são justamente as que aparecem para o observador. No conjunto de operações computadas pelo observador, que propriedade ou propriedades caracterizam um sistema como autônomo, e permitem distingui-lo dos que não o são?

A solução apresentada por Varela é que a hipótese da autonomia se confirma quando se observa o "fechamento operacional" do sistema ²⁴. Pode-se aplicar-lhe a definição de sistema autônomo:

"autonomous systems are mechanistic (dynamic) systems defined as a unity by their organization(...) their organization is characterized by processes such that (i) the processes are related as a network, so that they recursively depend on each other in the generation and the realization of the processes themselves, and (ii) they constitute the system as a unity recognizable in the space (domain) in which the processes exist" (VARELA, 1978, pag. 55).

Assim, temos um critério, o "fechamento operacional", que permite que, na interação entre o observador e um dado sistema, o primeiro possa caracterizar o segundo como autônomo, e descrevê-lo objetivamente como um sistema autônomo, conforme a definição acima. Estes parâmetros solucionam o problema da "coexistência de autonomias" a nível conceitual, mas, se nos referirmos à prática experimental - na qual Varela teria encontrado dificuldades para, por exemplo, detectar um "fechamento operacional" - novas dificuldades surgirão. Em último caso, teríamos que questionar a própria exigência de "objetividade", na descrição de sistemas auto-organizados. Este é o caminho percorrido por Atlan.

Para Atlan, o estudo de sistemas auto-organizados deve sempre levar em conta as duas alternativas de descrição: aquela em que o observador vem a conhecer o mecanismo íntimo do observado (seja pela objetividade construída, do tipo da de Varela, seja pela onisciência, que só seria possível no caso de sistemas artificiais) e também aquela em

²⁴ cf. a "Closure Tesis": "Every autonomous system is organizationally closed", em VARELA, 1978, pag. 58. Mais tarde, Varela reformulou para "operacionalmente fechado", em VARELA, "L'Auto-Organisation: de l'apparence au mécanisme", em DUPUY e DUMOUCHEL, 1983, pag. 151, nota nº 4.

que aspectos relevantes do sistema observado são desconhecidos para o observador.

Comparando Varela e Atlan, DUPUY e DUMOUCHEL notaram que

"tous deux tombent d'accord que l'être vivant est à lui même la cadre de ses significations et qu'en principe, on ne peut donc le penser que de l'intérieur. Mais c'est ici que les chemins d'Atlan et de Varela se séparent. Le premier prend néanmoins le point de vue de l'observateur extérieur - puisque ce point de vue, après tout, est la condition indépassable de l'observateur scientifique -, tout en tenant compte de ce que l'automate vivant est le maître de son sens (...) c'est cette position epistemologique ambivalente qui fonde le principe de 'complexification par le bruit'. Varela, quant à lui, prétend soutenir la gageure de se situer au coeur du mécanisme par lequel le vivant s'autodéfinit et se construit lui-même" (DUPUY E DUMOUCHEL, 1983, pag. 142).

Atlan trabalha com os instrumentos da teoria da informação, procurando adequá-los ao estudo dos sistemas auto-organizados. A aplicação da teoria da informação ao estudo destes sistemas, explica ele ²⁵, implica na interpretação da noção de informação transmitida em uma via de comunicação em termos de informação contida dentro de um sistema. Como o formalismo da teoria da informação se aplica, originalmente, à informação transmitida, será preciso assimilar a estrutura do sistema à mensagem transmitida em uma via de comunicação que parte do sistema e chega ao observador - o que não implicará, contudo, na introdução de elementos subjetivos do observador, que é aqui considerado como mero receptor de informações.

A fórmula de medida da quantidade de informação, definida por Shannon ²⁶, permite a Atlan estabelecer suas categorias explicativas dos fenômenos de auto-organização ,

²⁵ ATLAN, 1979, pag. 46.

²⁶ ATLAN, op.cit., pags. 44-45, reproduz a teoria de Shannon.

redundância e complexidade:

"Redundancy, in its most general sense, is the existence of constraints between elements, so that knowledge about one of them provides automatically some knowledge about another" (ATLAN, 1984, pag. 111).

"plus la quantité d'information est élevée, plus le nombre de symboles nécessaires pour le décrire dans une langage binaire (ou autre) est élevée (...) il s'agit là d'un moyen de mesurer la complexité" (ATLAN, 1979, pag. 46).

Portanto, a complexidade diz respeito a uma maior quantidade de informação necessária para descrever um sistema, em relação à redundância. Atlan entende a auto-organização como um processo em que, devido a acontecimentos exteriores ao sistema, que se apresentam para o observador como aleatórios ou como "ruído", ocorre diminuição da redundância e conseqüente aumento da complexidade no sistema, sob o ponto de vista deste observador.

O papel do observador ganhou mais nitidez no trabalho de Atlan a partir de seus estudos, juntamente com Françoise Fogelman e Gerard Weisbuch, de redes de autômatos booleanos ²⁷. Segundo Atlan,

"L'avantage de ces réseaux sur des systèmes naturels comme les organismes vivants ou des systèmes sociaux réside évidemment en ce que tout est connu à leur propos, et qu'on peut donc essayer de suivre pas a pas le passage du local au global et l'émergence des propriétés globales d'auto-organisation à partir des propriétés individuelles des éléments" (ATLAN, 1983, pag. 115).

Pode-se considerar, para estes sistemas, tanto a descrição feita pelo observador que tudo conhece a seu respeito (aquele que programou o sistema) quanto a descrição feita por um observador "ingênuo" (aquele que só conhece o que aparece na tela). No caso de sistemas naturais a posição do observador onisciente não seria possível; entretanto, os resultados obtidos com estes modelos simula-

²⁷ ver ATLAN, FOGELMAN-SOULIÉ, SALOMON e WEISBUCH, 1981.

dos em computador podem ser úteis para a biologia.

Os procedimentos com as redes de autômatos são , resumidamente:

"1) en partant de l'état initial pour essayer d'en deduire, de façon logiquement nécessaire, l'état final; 2) en partant de l'état final organisé pour essayer de trouver la source de cette organisation dans l'état initial" (ATLAN, 1983, pag. 115).

Caracterizados os estados inicial e final, avalia-se se houve um aumento de complexidade. Assim,

"c'est l'apparition de structures inattendues à la fin de la simulation sur ordinateur qui peut être utilisée comme un modèle d'auto-organisation. C'est le caractère inattendu de ces structures - malgré les déterminations initiales - qui fait parler d'auto-organisation et qui permet d'analyser en la simulant l'émergence de structures complexes et spécifiques à partir de structures moins complexes" (ATLAN, 1983, pag. 116-117).

Atlan assinala que, nestes processos, a situação e o ponto de vista do observador em relação do sistema observado desempenham um papel importante, pois a produção de complexidade dependerá da quantidade de informação que o observador dispõe a respeito do estado inicial e a respeito do estado final. Ocorrerá que

"Pour l'observateur qui ne peut pas prédire la structure finale par le seul examen de la structure initiale, la complexité du réseau mesurée par sa quantité d'information augmente depuis son état initial sans structure en sous-réseaux jusqu'à son état final structuré (...) Au contraire, pour le système lui-même, ou, si l'on veut, pour un observateur qui serait intérieur, confondu avec le système, il est évident que la structure finale est contenue potentiellement dans la structure initiale (...) on voit donc que pour un observateur qui connaît l'état initial en même temps que l'état final, et compare leurs complexités, l'état final représente une réduction de complexité, à cause du regroupement des modules en grains plus gros" (ATLAN, 1983, pags. 116, 117 e 119).

Aparentemente a conclusão de Atlan seria contraditória, pois um mesmo sistema poderia ser e não ser auto-organizado, dependendo do grau de conhecimento do observador a respeito dos seus estados inicial e final. Para que não haja contradição, seria então preciso que 'auto-organização' não fosse um conceito objetivo, que descrevesse as articulações constitutivas do sistema, como pretende Varela com sua noção de 'autonomia'. O ponto de partida de Atlan na Teoria da Informação faz com que ele sempre faça a descrição do processo de auto-organização depender das variações na quantidade de informação recebida pelo observador. Ao final das contas, 'auto-organização' só diria respeito às descrições feitas pelo observador ingênuo; pois só para este haveria crescimento de complexidade, enquanto o observador onisciente poderia descrever a evolução do sistema de modo determinístico, como uma dedução matemática. Entretanto, para sistemas naturais a observação ingênua é a única possível, o que talvez venha a significar que, neste campo de estudos, a suposta contradição não se manifestaria.

Em um texto mais recente, Atlan ataca o problema das descrições alternativas. A nível epistemológico, não haveria contradição entre alternativas de descrição que dão resultados opostos, porque seriam modelos diferentes, irreduzíveis um ao outro, ao passo que as contradições são sempre internas a um modelo ²⁸. Saber-se se existe ou não a contradição na realidade objetiva, seria uma questão indecidível sobre a qual não poderíamos nos pronunciar ²⁹. Neste contexto, formula então com clareza Atlan sua concepção de auto-organização, que poderíamos chamar de "relativística":

²⁸ cf. ATLAN, 1984, pag. 110.

²⁹ cf. ATLAN, op.cit., pags. 127-128.

"the task of making meaning out of randomness is what self-organization is all about (...) I would consider meaning only as the effect of some information transmitted by any channel of communication (...) the meaning of a message will be considered as its effect on the receiver" (ATLAN, 1984, pag. 110).

Sendo assim, a solução de Varela despreocupara-se com a dimensão empírica do problema da "coexistência de autonomias", recusando o modelo informacional, ao passo que Atlan se prende a tal modelo, conseguindo em troca um maior alcance empírico. A concepção de 'auto-organização' de Atlan pode ser dita "instrumentalista", na medida em que seu significado remete apenas a um tipo de prática experimental, recusando-se a oferecer uma teoria explicativa "objetiva" a respeito do sistema observado.

Talvez houvesse uma terceira solução para o problema da "coexistência de autonomias", que seria o procedimento utilizado - mas não teorizado suficientemente - por Prigogine. Consistiria esta solução em acompanhar deterministicamente, nos termos do 'paradigma do controle', a evolução do sistema, até o ponto em que, no caso dos sistemas auto-organizados, houvesse um "colapso" da estratégia representacionista. O que seria este "colapso"? Seria um tipo de situação na qual, a cada estratégia empírica de descrição adotada, o sistema apresentasse propriedades diferentes, de modo que novas estratégias empíricas não fossem suficientes para se obter uma descrição unívoca da evolução do sistema. Nestes casos, poder-se-ia dizer que haveria objetivamente um processo de auto-organização, tornando necessária a mudança não mais da estratégia empírica, mas da estratégia teórica. Teríamos assim um critério fiel tanto à prática experimental quanto à objetividade que geralmente é exigida da explicação científica.

4.3 - CATEGORIAS DA AUTO-ORGANIZAÇÃO

O estudo experimental de fenômenos de auto-organização pode, sem dúvidas, ser sustentado por noções instrumentais, como "redundância" e "complexidade". Já o discurso sobre a auto-organização, na filosofia da natureza, supõe que os sistemas auto-organizados são "objetivos", seja esta objetividade concebida de modo "realista", seja a objetividade construída. Em ambos os casos, necessita-se de categorias que permitam a apreensão dos fenômenos auto-organizados pelo discurso. Nos deteremos, agora, sobre estas generalidades que frequentemente povoam os discursos sobre 'auto-organização', independentemente de uma prática experimental e da possível fecundidade ou esterilidade destas generalidades para uma prática experimental.

Decerto poder-se-á objetar que uma especulação do tipo da que se segue tem pouca ou nenhuma utilidade para os cientistas. Contudo, para os não-cientistas, i.é., filósofos e outros usuários da ciência, talvez seja aqui que seja encontrado o sentido da prática científica.

A categoria básica, que precede as teorias da auto-organização e as torna possíveis, é a de sistema. Encontramos em MORIN ²⁴ um interessante estudo a respeito desta noção. Como existe vasta literatura a seu respeito, limitar-nos-emos a destacar um único aspecto, que nos é de vital importância.

Um sistema pode ser formal e/ou apenas delimitado empiricamente (do tipo "caixa negra"). Quando temos um sistema empiricamente delimitado e o respectivo modelo formal que nos dá uma hipótese sobre o seu 'mecanismo', e, além disso, tal hipótese é corroborada pela observação, então,

²⁴ MORIN, 1977. Citaremos as páginas da edição portuguesa, pela editora Europa-América, s/d: pags. 93-100. Sobre o assunto, ver também MATURANA e VARELA, 1980, pags. 73, 75 e 67 (nesta última, análise de Stafford BEER), e VARELA, 1978, pag. 7, nota nº 4.

para utilizar uma expressão de Mario Bunge, estamos defronte a uma "caixa translúcida". O nosso raciocínio irá portar sobre um sistema deste tipo.

Intuitivamente, podemos afirmar que a auto-organização dos sistemas naturais está ligada à sua capacidade de operar transformações sobre si mesmos, ou se mudar de estado de modo relativamente independente de causas exteriores. Isto não significa necessariamente acausalidade, mas sim que a natureza dos "efeitos" não decorre da natureza das "causas exteriores" às quais todo sistema natural está naturalmente exposto.

A noção intuitiva da 'auto-organização' pode conduzir-nos a uma série de dificuldades. Para evitar paradoxos, precisamos entender os sistemas auto-organizados como unidades internamente diferenciadas, de modo que as operações de auto-organização deste sistema sempre tenham como domínio um certo "nível" do sistema, e como imagem um outro "nível" do mesmo sistema, de modo que não precisemos fazer referência a "alguma coisa que opera sobre si mesma", o que seria ininteligível, exceto se acompanhado de considerações iguais ou semelhantes às que terminamos de fazer. Por outro lado, é perfeitamente inteligível afirmar que, por exemplo, o movimento dos meus dedos ao datilografar este texto é causado pelo meu sistema nervoso, ou que tenho uma dor de cabeça causada por má digestão, etc., mesmo que o aporte energético que me mantém vivo venha do exterior. Neste caso, "Eu" é uma unidade diferenciada, que se define por estas operações entre seus "subsistemas", e não pelas perturbações do exterior - que a fazem tornar-se mais complexa, e a mantém viva, mas não determinam, para utilizar a noção recuperada por Atlan, o sentido da evolução do sistema. Portanto, "Eu" é (ou sou) um sistema auto-organizado. 'Auto-organizo-me, logo tenho sentido...'

Classificamos quatro categorias, frequentemente presentes nos discursos sobre 'auto-organização':

- a) Organização;
- b) Estrutura;
- c) Estado;
- d) Perturbação.

As categorias de "Estrutura" e "Estado" não exigem grande esforço de esclarecimento, pois podem ser traduzidas para a linguagem da física clássica. "Estrutura" diz respeito aos componentes físicos do sistema (partículas, corpos, energia) e às relações mecânicas entre eles, no espaço-tempo físico; "Estado" diz respeito ao aspecto macroscópico que o sistema apresenta à observação, em um determinado momento 't', e que é definido por parâmetros também observáveis e mensuráveis.

As categorias de "Organização" e "Perturbação" requerem um esforço maior de esclarecimento, pois comportam certas ambiguidades, que tentaremos dirimir.

MATURANA e VARELA entendem que

"the relations that define a machine as a unity, and determine the dynamics of interactions and transformations which it may undergo as such a unity constitute the organization of the machine" (MATURANA e VARELA, 1980, pag. 77)

Ao que VARELA acrescenta:

"in our explanation of the organization of living systems, we shall be dealing with the relations which the actual physical components must satisfy to constitute one, not with the identification of these components" (VARELA, 1978, pag. 6).

As afirmações dos chilenos nos colocam um problema. Mesmo trabalhando em perspectiva explicitamente não-animista²⁵, Varela pretende garantir a autonomia da biologia frente à física afirmando, para os seres vivos, a

²⁵ VARELA, 1978, pags. 6/7: "Our approach will be mechanistic: no forces or principles will be adduced which are not found in the physical universe". Também MATURANA e VARELA, 1980, pags. 75-76, afirmam o mesmo.

"imaterialidade da organização" ²⁶. Mas, se toda organização é estudada em "processos e relações entre processos realizados através de componentes" ²⁷, e se estes componentes são físicos, conclui-se que a organização opera no espaço-tempo físico ²⁸. Talvez, ao propor a imaterialidade da organização, Varela estivesse atribuindo a 'matéria' um significado empobrecido, que certamente não é o que Prigogine, como vimos, lhe atribui.

Vejamos outros enfoques da 'organização'. Segundo JANTSCH, trata-se de:

"the characteristic pattern in which processes are linked in the system" (JANTSCH, 1980_b, pag. 82)

E, segundo MORIN:

"A organização liga, transforma, produz, mantém. Liga e transforma os elementos em um sistema, produz e mantém este sistema. A organização, que pode combinar de modo diversificado diversos tipos de ligação, liga os elementos entre si, os elementos em uma totalidade, os elementos com a totalidade, a totalidade com os elementos, isto é, liga entre si todas as ligações e constitui a ligação das ligações" (MORIN, 1977, pag. 125).

Da sobriedade da citação de JANTSCH e da profusão de idéias de MORIN, talvez possamos tirar uma conclusão, que auxiliaria a resolver a dificuldade de Varela. Parece que 'organização' sempre diz respeito a relações de relações, funções de funções, processos de processos, etc., isto é, é uma operação entre níveis ordinais superpostos, ao passo que as relações, funções e processos tratados pela física clássica (e que conotam uma respectiva concepção de 'matéria') são todas de tipo "horizontal", em um mesmo plano - o plano daquilo que chamamos de estrutura. Assim,

²⁶ VARELA, 1978, pags. 9-10.

²⁷ VARELA, op.cit., pag. 6; MATURANA e VARELA, 1980, pag. 75.

²⁸ cf. MATURANA e VARELA, op.cit., pags. 135 e 137; também pag. 79: "the network of processes which constitute an autopoietic machine is a unitary system in the space of the components that it produces (...)".

e 'organização' aparece, sob o ponto de vista da física clássica, como "imaterial", mas, se concebermos que a matéria comporta uma descrição de maior ordinalidade, a organização será tão material quanto as relações descritas na mecânica newtoniana.

A organização é o encadeamento recursivo de uma série de operações físicas que, em seu conjunto, apresentam valores (matemáticos) estáveis. Maturana e Varela ressaltaram que a organização é invariante, mas devemos entender que a organização não é uma coisa invariante, e sim uma atividade, que é sobretudo estável, mas não antitética à instabilidade, da qual se "nutre", por assim dizer.

A organização se realiza nos diversos estados que o sistema assume. Neste sentido, mesmo que não possa ser detectada empiricamente ou por indução, a organização não é um inobservável absoluto ou um incomensurável, pois pode ser observada através de seus estados, e formalizada em um sistema com a ordinalidade apropriada.

Grosso modo, podemos dizer que a estrutura está em um fluxo contínuo de mudança (e, neste ponto, "estrutura" não tem nada a ver com a mesma palavra no contexto dio "estruturalista"); os estados, em uma sucessão discreta, em t; e a organização é o invariante que permite o reconhecimento do sistema como tal. Na teoria da evolução de Maturana e Varela, uma organização comporta diversas "identidades" (que correspondem ao nosso termo 'estado'). Preocupados com a evolução biológica, eles distinguem entre a evolução, que diz respeito à espécie, da ontogenia de cada ser vivo individual, na qual a organização assume apenas um estado (uma "identidade"), correspondendo a perda da identidade à morte do ser vivo individual, mas não à destruição da organização, que se reproduz na espécie. Talvez devamos objetar-lhes que uma verdadeira teoria da evolução deve comportar também a alternância de formas de organização, isto é, a variação do invariante - afinal, to

do invariante diz respeito a um intervalo de tempo, e nada impede que, em um outro intervalo de tempo, haja outros tipos de invariância,²⁹ ou que, como queria Bergson, que o tempo seja inovação. Isto nos conduz ao problema da "meta-estabilidade" dos sistemas em evolução, a que nos referimos anteriormente, por ocasião do estudo da 'auto-organização' em Prigogine.

'Perturbação' diz respeito a um fluxo de matéria, energia ou informação, que atinge o sistema do seu exterior, e que é causalmente independente dele. Na Teoria da Informação, a 'perturbação' pode ser entendida como ruído. O aspecto relevante da perturbação ou do ruído é que há independência entre as séries causais do interior do sistema e do seu exterior. Assim, diz-se que o ruído é gerado pelo acaso ("hasard") no sentido de Cournot³⁰, para quem os acontecimentos aleatórios são aqueles produzidos por séries causais independentes entre si, e não por acausalidade (ausência de causas). Para Atlan, o ruído também pode ocorrer na passagem de um nível a outro no mesmo sistema, se o arranjo do sistema fôr aleatório³¹.

LARGEAULT nos adverte contra o perigo da postulação de um "acaso objetivo":

"nul n'a jamais exhibé de hasard naturel. Nul n'a jamais constaté d'événement sans cause" (LARGEAULT, 1981b, pag. 103).

De fato, pode-se sempre argumentar que o suposto "acaso objetivo" decorre de algum tipo de ignorância ou tecnologia insuficiente, visto que, para sistemas naturais, a posição do observador onisciente está excluída. Esta discussão nos remete a um problema de grande dimensões, a subjetividade e/ou objetividade das probabilidades. Mas o in-

²⁹ sobre identidade, invariância, ontogenia e evolução, ver MATURANA e VARELA, 1980, pags. 97, 98, 102 ss, 136.

³⁰ COURNOT, 1958, pags. 1-30.

³¹ cf. ATLAN, 1979, pags. 56-57, e 81 nota nº 1; 1984, pag. 116.

terêsse de Atlan para com o 'ruído' não se vincula diretamente a tal discussão, e sim ao teorema de Ashby sobre a impossibilidade de uma auto-organização "pura"³². Como explica LIVET, Ashby mostrara que:

"si l'organisation est une fonction, cette fonction ne peut changer. Ce serait faire de la fonction une variable. On serait donc seulement renvoyé un cran plus haut, et il faudrait définir une autre fonction qui ferait changer la première 'organisation' en fonction du temps, et qui serait, elle, la véritable organisation. L'auto-organisation pure n'est donc pas possible. C'est seulement en étant couplé à une autre machine - par exemple, l'environnement - qu'un système peut s'auto-organiser" (LIVET, 1986, pag. 2).

Atlan falará de uma "auto-organização relativa", na medida em que o sistema se complexifica a partir do ruído. É do ruído que emerge o repertório que permite, sob o ponto de vista de um observador, o aumento da quantidade de informação - a "emergência do sentido", como será dito - a respeito do sistema³³. Assim, mesmo acatando o teorema de Ashby, Atlan poderá considerar 'auto-organização' um tema interessante para o trabalho experimental com sistemas artificiais, com possíveis consequências importantes para o entendimento dos seres vivos - afinal, Atlan é um biólogo !

VARELA, por sua vez, julga não precisar das perturbações (ou ruídos) do ambiente para explicar a riqueza de comportamentos dos seres vivos e demais sistemas autônomos:

"Organizational closure is but one form, which arises through the circular concatenation of processes to constitute an independent network. Once this circularity arises, the processes constitu-

³² cf. ASHBY, "Principles of the Self-Organizing Systems", em VON FOERSTER e ZOPF (Eds.), 1962, 'apud' ATLAN, 1979, pags. 42-44.

³³ ATLAN, 1979, pag. 44; ATLAN, 1983, passim.

tute a self-computing organization, which attains coherence through its own operation, and not through the intervention of contingencies from the environment" (VARELA, 1978, pag. 55).

Nestes termos, parece que 'perturbação' não seria uma categoria indispensável para se falar de processos auto-organizados. Mas, um pouco mais adiante, no mesmo li - vro, VARELA implicitamente reconhece o limite de seu modelo:

"it is necessary to have a way of dealing with plasticity and adaptation. Natural systems are under a constant barrage of perturbations, and they will undergo changes in their structure and eigen behavior as a consequence of them (...) How can notions such as self-organization and multilevel coordination be made more explicit in this con - text ?" (VARELA, 1978, pags. 205-206).

4.4 - UMA "LÓGICA DAS ORGANIZAÇÕES" ?

"Lógica das Organizações" se referiria ao es - tudo dos sistemas complexos, especialmente dos sistemas auto-organizados. Estes, com efeito, podem ser entendidos como aqueles que consideramos como possuidores de uma "organização".

Uma lógica das organizações se desdobraria em dois temas interrelacionados:

- a) o local e o global;
- b) a repetição e a inovação.

O estudo destes temas requer um mínimo de rigor lógico. Nossa pretensão, aqui, é apenas noticiar alguns pontos que lhes concernem.

PRIGOGINE e STENGERS, procurando uma apresentação acessível do assunto, por vezes parecem meter-se em complicações. Para eles, a orientação da evolução - e o surgimento do novo - é engendrada nas e pelas operações do sis-

tema, não pré-existindo, "pronta", antes dos acontecimentos; o próprio sistema não "sabe" previamente qual será a "flutuação vencedora". O "estado inicial" que atribuímos ao sistema, por mais precisa que seja nossa descrição, em se tratando de sistemas naturais, sempre dará margem a uma pluralidade de possibilidades de desenvolvimento, na região instável distante do equilíbrio. Neste contexto, eles afirmaram, na edição de 1979 de La Nouvelle Alliance, que

"une organisation ou un régime de fonctionnement non déductible d'une loi générale relève néanmoins d'un calcul au sein d'une nature où les processus macroscopiques stables sont engendrés par une multitude de processus désordonnés et, dans certaines conditions, à la merci de l'activité fluctuante dont ils sont le produit" (PRIGOGINE e STENGERS, 1979a, pag.191, subl. por APJ).

A polêmica provocada por Thom³⁴ serviu para mostrar a ambiguidade de afirmações como "uma atividade local produz uma inovação a nível da atividade global" ou "uma atividade global produz inovação a nível da atividade local". Na edição do mesmo livro em língua inglesa, encontramos, no mesmo lugar, o texto modificado para:

"Fluctuations do not cause the transformation of the system's activity" (PRIGOGINE e STENGERS, 1984, pag. 206)

Na página seguinte, os autores explicam que uma flutuação "evades control", podendo "locate the reasons for the instability". Ou seja, foi introduzido um elemento pertencente à relação entre observador e sistema observado: o "evades control".

O "neo-connexionismo" pensa o tema do local e do global no contexto de uma prática experimental - que é o contexto também de Prigogine. Segundo LIVET, a questão ag

³⁴ ver os artigos de THOM, LARGEAULT, MORIN, ATLAN e PRIGOGINE, na revista Le Debat, nºs 3, 6, 14 e 15, em especial o caso da fiação e da floresta, proposto por Thom.

sim se coloca:

"Comment définir un algorithme local de modification des poids des connexions qui permette de changer une propriété globale du réseau" (LIVET, 1985, pag. 144).

Uma tarefa deste tipo requer que se tenha resolvido preliminarmente o problema dos níveis de análise do sistema e suas relações com os procedimentos experimentais, o que, segundo ATLAN, não é suscetível de uma solução única:

"l'émergence de propriétés spécifiques à un niveau d'organisation plus global se traduit par la constitution d'une discipline propre avec ses outils propres d'observation et d'analyse, son langage spécialisé (...) Et ceci pose d'ailleurs une question à laquelle il n'est peut-être pas possible de répondre de façon certaine: dans quelle mesure la séparation en différents niveaux d'intégration dans un système intégré existe-t-elle 'objectivement', ou bien est-elle dépendante des techniques d'observation, d'experimentation et d'analyse par lesquelles nous avons accès à ces différents niveaux, et qui sont le plus souvent très différentes les unes des autres suivant le niveau considéré"

Na página seguinte, ele situa a dificuldade:

"il est impossible d'observer à la fois tous les niveaux avec la même précision" (ATLAN, 1983, pags. 124-125).

Um dos modos pelo qual ATLAN trata desta dificuldade é através de uma função que muda de sinal algébrico por ocasião da passagem de um nível a outro:

"cette fonction, l'ambiguïté, qui exprime les effets du bruit, est négative quand elle est comptée à un certain niveau et devient positive à un niveau plus élevé (... ce changement de signe peut s'interpréter comme l'expression indirecte d'un processus de création de significations nouvelles dans l'information transmise d'un niveau à l'autre à l'intérieur d'un système auto-organisateur et à laquelle l'observateur extérieur n'a pas accès)" (ATLAN, 1983, pag. 123).

Em relação a um sistema complexo, do qual o observador não tem um conhecimento completo de cada nível de atividades, pode-se então dizer que as passagens do local para o global, e vice-versa, podem gerar uma inovação, sem que se adicione algum dado novo ao modelo inicialmente dado. ATLAN julga que esta conclusão poderia vir a modificar nossas idéias a respeito da (suposta) oposição entre determinismo e inovação:

"un système déterministe suffisamment compliqué pour que son comportement ne puisse pas être prédit sans l'aide d'une simulation sur ordinateur peut produire de la nouveauté quand on réalise effectivement cette simulation" (ATLAN, 1983, pag. 117).

Talvez devamos nos perguntar se não se trataria apenas de um efeito psicológico, decorrente do fato de que utilizando-se de lápis e papel, o observador levaria muito tempo para calcular o estado final, ao passo que o computador o faz em um tempo muito pequeno. Neste caso, a resposta de Atlan poderia ser que todo o problema da auto-organização é um problema de efeito psicológico, mas que esta seria, como disseram Dupuy e Dumouchel, "la condition indépassable de l'observateur scientifique"; como não temos acesso à onisciência (tanto no caso dos sistemas naturais quanto no caso destes sistemas complexos com níveis de análise distintos), o "efeito psicológico" torna-se um fato, cuja importância não foi suficientemente ressaltada nos "truques" de von Foerster ou nas "demonstrações de impossibilidade" de Ashby.

Apesar do abuso de imagens antropomórficas e da imprecisão terminológica, encontramos em MORIN ³⁵ uma boa heurística do que seria uma "lógica das organizações". An

³⁵ MORIN, 1977, capítulo II: "A Organização - do objeto ao sistema".

tes de citá-lo, precisamos anotar que ele utiliza "parte" e "todo", ao invés de "local" e "global", e fala de "emergências", ao invés de "inovação".

Entende MORIN que as propriedades das partes no seio de um dado sistema podem ser mais ricas que quando essas partes se encontram isoladas, mas, por outro lado, enquanto estas partes estiverem submetidas às relações organizacionais, sua produção de possibilidades é reprimida e virtualizada, ou seja, as partes não podem adotar todos os seus estados possíveis. Assim quando um determinado subsistema é incorporado a um macrossistema, ocorre tanto a emergência de novas propriedades neste subsistema, quanto a repressão de outras propriedades que poderiam se realizar caso o subsistema se mantivesse isolado ou se associasse a um outro macrossistema. Diz MORIN:

"se as partes devem ser concebidas em função do todo, devem igualmente ser concebidas isoladamente: uma parte tem a sua própria irreducibilidade em relação ao sistema. É ainda preciso conhecer as qualidades ou propriedades das partes que estão inibidas, virtualizadas, e, portanto, invisíveis no seio do sistema, não só para conhecer corretamente as partes, mas também para conhecer melhor as imposições, inibições e transformações operadas pela organização do todo (...). Os elementos têm pois que ser definidos ao mesmo tempo nos e pelos seus caracteres originais, nas e com as inter-relações nas quais participam, na e através da perspectiva da organização onde se dispõem, na e com a perspectiva do todo onde se integram. Inversamente, a organização deve se definir em relação aos elementos, às inter-relações, ao todo, e assim por diante. O circuito é poli-relacional" (MORIN, 1977, pag.121).

Neste quadro, MORIN irá conceber a organização como organização das diferenças e dos antagonismos. A unidade organizacional tem "identidade complexa (múltipla e una ao mesmo tempo)". As partes têm "dupla identidade": sua identidade e a identidade do todo. A organização "estabelece relações complementares entre as partes diferentes e diver -

sas, bem como entre as partes e o todo"; mas a manutenção das relações complementares "supõe igualmente a existência de forças de exclusão, de repulsão, de dissociação, sem as quais tudo se confundiria e nenhum sistema seria concebível" ³⁶.

Segundo MORIN,

"todo sistema apresenta (...) uma face diurna emersa, que é associativa, funcional, e uma face de desombra, imersa, virtual, que é o negativo da outra (...) A todo o aumento de complexidade na organização correspondem novas potencialidades de desorganização. A organização viva (...) funda a sua complexidade própria na união ao mesmo tempo com plementar, concorrente e antagônica duma desorganização e reorganização ininterruptas. Suscita (...) degradação e desorganização (desordens que desper tam os antagonismos, antagonismos que chamam as desordens), mas essas são inseparáveis de suas atividades reorganizadoras; integra-as sem todavia perderem o seu caráter desintegrador" (MORIN, 1977, pags. 115 e 117).

A noção de 'organização' é mais rica que a de 'ordem'; "a organização produz a ordem, que mantém a organização que a produziu, isto é, co-produz a organização", é o que diz MORIN ³⁷. Mas "a desordem não é repelida pela organização: é transformada e permanece virtualizada nela, pode atualizar-se nela". Logo, a organização é co-produzida pela ordem e pela desordem. E mais:

"O princípio de desorganização, inerente a toda organização, (...) significa que todo sistema é perecível, que sua organização é desorganizável, que sua ordem é frágil, relativa, mortal" (MORIN, 1977, pag. 127).

³⁶ MORIN, 1977, pags. 113-115.

³⁷ MORIN, op.cit., pag. 127.

CONCLUSÃO

Encontramos em Aristóteles dois estilos de explicação causal, através do 'ato imanente' e do 'ato transitivo', o primeiro lançando mão das causas material e formal, e o segundo das causas eficiente e final. A tendência do pensamento ocidental sempre foi de identificar o pensamento filosófico (ética, teologia, gnoseologia, antropologia) com o estilo do 'ato imanente', e o pensamento científico com o modelo do 'ato transitivo'. Assim, o tema da 'auto-determinação' sempre foi associado com o estilo filosófico, ao passo que as explicações consideradas como científicas se caracterizariam pela exterioridade entre agente e paciente, ou entre causa e efeito. O conhecimento da natureza, sob a égide do estilo do 'ato transitivo', tendeu a nos mostrar a imagem de uma matéria passiva, receptáculo do ato de um demiurgo, seja ele divino ou humano.

No contexto do mecanicismo newtoniano, que traduziu o modelo do 'ato transitivo' aristotélico em um esquema de causa e efeito no qual as forças são sempre exteriores aos móveis, Hegel pode ser reconhecido como quem tentou recuperar, para a Razão Teórica, o modelo do 'ato imanente'. Seu método, baseado em um uso peculiar da operação de negação, possibilitou-lhe pensar, sem antinomias definitivas, a auto-determinação, o que lhe permitiu pensar os objetos complexos, como a vida, no contexto da Razão Teórica. Entretanto, sua linguagem, pouco clara para a prática experimental, e sua concepção normativista das relações entre os filósofos e os cientistas, impediram que sua proposta viesse a efetivamente frutificar nos meios científicos.

A ciência contemporânea, do após-guerra até a atualidade, tem se interessado pelo estudo dos objetos complexos, como a vida. Neste contexto, os termos 'auto-organização', 'autonomia', têm sido frequentemente empregados, e encontros interdisciplinares têm sido realizados. Em um destes, um dos organizadores pergunta-se, ao final:

"N'est-il pas étrange que nous ayons passé sous silence tout ce que la philosophie, depuis les stoïciens au moins, a dit au sujet de la autonomie ? (...) Est-il étonnant ou, au contraire, va-t-il de soi que la philosophie, souvent sollicitée au cours de ces débats interdisciplinaires, ne se soit jamais constituée ici en un domaine du savoir particulier ? " (DUMOUCHEL, 1983, pag.539)

No mesmo espírito, STENGERS concluirá, em sua genealogia da 'auto-organização', que

"D'un point de vue philosophique, les théoriciens de l'auto-organisation posent donc une question légitime qui s'inscrit de manière plausible dans la tradition" (STENGERS, 1985, pag. 90).

Que questão é essa ? Ora, é justamente aquela tão bem formulada por Kant ¹ : ou explicamos o comportamento de um objeto qualquer (inclusive os seres "livres") através de um tipo de causalidade mecânica, onde este objeto aparecerá como determinado por uma outra coisa que não ele mesmo, ou através de uma inefável "liberdade", que implicará que o objeto está fora das cadeias causais. Temos aqui uma variante do problema aristotélico, com a diferença de que para Aristóteles a explicação pelo 'ato imanente' era uma explicação causal.

Pois bem: a organização dos objetos complexos, dos quais os seres vivos são um modelo, requer um tipo de explicação que não se enquadra em nenhuma das alternativas kantianas (isto é, o Kant da Crítica da Razão Pura); um tipo de explicação que seja causal, mas de outro tipo de causalidade, assemelhada à causa formal de Aristóteles. Os "ciber-

¹ cf. STENGERS, 1985, pag. 89.

neticistas de segunda ordem" do BCL falarão assim de "causalidade circular", Prigogine de "causalidade estatística", e Stengers proporá

"un nouveau type de causalité (...) causalité de 'couplage', au sens où la notion de couplage laisse indéterminée la nature de l'interaction (connexion, déterministe ou statistique, entre automates, réactions chimiques se produisant à l'occasion de rencontre entre molécules, diffusion de produits...) pour poser la question de ce que peuvent, ensemble, une population d'entités couplées" (STENGERS, 1985, pag. 99).

Uma visada retrospectiva na filosofia 'tradicional', como a que nos propusemos, pode, então, ter sido útil para forjar um 'background' para o nosso problema - uma sustentação menos refinada que a genealogia de Stengers, que se guia pelas ramificações, documentadas, de certos conceitos, mas talvez mais resistente.

Entretanto, não cabe ao pensamento filosófico oferecer 'soluções' para um problema que - felizmente ! - já se desvencilhou do leite materno, e tornou-se problema científico. Parece que a dificuldade dos cientistas frente ao problema da 'auto-organização' é proporcional às dificuldades de Aristóteles e Hegel frente ao problema da 'auto-determinação'. LIVET, com toda a razão, referiu-se a um "conceito polimorfo"², que abarca projetos diferentes e até opostos, como os de Prigogine e Ashby: para o primeiro, 'auto-organização' diz respeito à evolução de um sistema para estados estáveis distantes do equilíbrio termodinâmico, ao passo que para o segundo trata-se da evolução de um sistema para o estado de equilíbrio. Com base nesta diversidade, pode-se afirmar que 'auto-organização' ainda não tornou-se um paradigma, embora, como ressaltam Livet e Stengers, seja uma idéia diretriz que anima um sem-número de pesquisas científicas.

² LIVET, 1985, pags. 106-107.

Evidentemente, há algo de comum entre os usuários dos termos 'auto-organização' e 'autonomia', a pretensão de explicar fatos experimentais ligados aos sistemas complexos, especialmente aos seres vivos, oferecendo uma alternativa ao 'reducionismo' mecanicista e ao 'holismo' vitalista, como já nos trara Stengers. Hoje este grupo de pesquisadores dispõe de um arsenal de recursos inédito: informática, teorias com alta ordinalidade, matemática não-linear, o cálculo da auto-referência, etc., além dos recursos propriamente técnicos (de laboratório), podendo-se esperar que as 'descobertas' na área continuarão a ocorrer.

Dentre as "divergências" entre os autores que se referem à 'auto-organização', a que parece mais perigosa, para o sucesso deste empreendimento teórico, parece ser a que opõe os que concebem 'auto-organização' como conceito "objetivo" e como conceito "relacional". A incógnita que nos aparece como a principal - uma nova concepção de causalidade, apropriada para os sistemas complexos - talvez não seja suficientemente esclarecida se considerarmos que 'auto-organização' é puramente relacional; ou seja, um novo modelo de causalidade só tem sentido se julgamos que 'auto-organização' diz respeito a algo de objetivo - seja uma objetividade dada, ou construída, como em Kant. Então, para modificarmos o modelo newtoniano de causalidade, reproduzido por Kant, precisaremos ser kantianos em nossa concepção de ciência.

Certamente, toda prática experimental comporta uma dimensão relacional irreduzível - o que expressa, por exemplo, a complementaridade de Bohr na mecânica quântica. Porém, o que uma sociedade que se pretende racional espera das ciências da natureza é um discurso racional sobre os seres da natureza, e não sobre as relações entre observador e observado, que seria um problema filosófico legítimo - mas da epistemologia, e não concernente à tarefa de uma filosofia da natureza.

Tentamos, na presente dissertação, oferecer os da-
dos de um problema - as linguagens em que ele se formulou -
e suas incógnitas - por exemplo, a relação da repetição com
a inovação, da atividade local com a global, o modelo de
causalidade, etc.... Pressentimos que ainda estamos nos pre-
âmbulos do 'problema da auto-determinação, ou da auto-orga-
nização' - duas designações para o mesmo problema - e que ,
no futuro, constataremos que o principal ainda estava por
vir...

Esperamos que o interêsse em torno destes temas pos-
sa contribuir para modificar a visão da natureza proposta
pela ciência moderna, e para mostrar que, no interior do mé-
todo científico moderno, é possível uma mudança de 'pressupos-
tos filosóficos. Assim, ao invés de concebermos a natureza
no modelo das máquinas simples, poderemos estudá-la a par --
tir dos sistemas complexos, como os seres vivos. Quando nos-
sa sociedade se torna, no dizer de Kostas Axelos, "planetá-
ria", parece que os limites entre natureza e cultura se es-
treitam, e o homem não é mais um ser isolado no universo ,
fruto do ato arbitrário de uma entidade transcendente ou
do arranjo de circunstâncias altamente improváveis; pelo con-
trário, as nossas representações do microcosmos, do mundo
humano e do macrocosmos se tornam cada vez mais homólogas.

BIBLIOGRAFIA

- ANDREW, Alex M. - "Autopoiesis and Self-Organization", em Journal of Cybernetics, 9: 359-367, 1979.
- APOSTEL, Leo - Resenha de La Nouvelle Alliance, em Revue Internationale de Philosophie 131-132, 34^a année, 1980, pags. 318-327.
- ARISTOTE - Physique I-IV, Tome Premier, trad. Henri CARTE-
RON, Paris, Les Belles Lettres, 2^a Ed., 1952.
- ARISTOTE - Physique V-VIII, Tome Second, trad. Henri CARTE-
RON, Paris, Les Belles Lettres, 1931.
- ARISTOTE - La Métaphysique, trad. J. TRICOT, Paris, J.Vrin, 1953.
- ARISTOTLE - Organon, trad. E.M. EDGHILL, Oxford Univ. Press, 1966.
- ATLAN, Henri - Entre le Cristal et la Fumée: essai sur la organisation du vivant, Paris, Ed. du Seuil, 1979.
- ATLAN, Henri - "L'Émergence du nouveau et du sens", em DU-
PUY e DUMOUCHEL, 1983, pags. 115-130.
- ATLAN, Henri - "Disorder, Complexity and Meaning", em LI-
VINGSTON, 1984, pags. 109-128.
- ATLAN, Henri e MILGRAM, M. - "Probabilistic Automata as
a Model for Epigenesis of Cellular Networks", em J.
theor. Biol. 103, 1983, pags. 523-547.
- ATLAN, SALOMON, FOGELMAN-SOULIÉ e WEISBUCH - "Random Boolean
Networks", em Cybernetics and Systems, 12, 1981, pags.
103-121.
- AUBENQUE, Pierre - Le Problème de l'Être Chez Aristote ,
Paris, P.U.F., 1962.
- AUBENQUE, Pierre - "Hegel et Aristote", em D'HONDT, J.(Org.)
- Hegel et la pensée grecque, Paris, P.U.F., 1974.
- AUBERT, J.M. - Philosophie de la Nature, Paris, Beauchesne,
1965.
- BÉRNIER, Réjane - "Potentialités Morphogénétiques et Auto-
Organisation", em Archives de Philosophie 47, 1984, pags.
529-556.
- BITAR, Gildeberto - "Introdução" ao Timeu, em PLATÃO - Diálo-
gos, Vol. XI, Univ. Fed. do Pará, 1977.

- BOURGEOIS, Bernard - "Introdução" à Encyclopédie des Sciences Philosophiques, Paris, J.Vrin, 1979, 2ª Ed., trad. para o português de Paulo MENESES, texto xerografado.
- BRUNELLI, Marilene - "A Compreensão Filosófica da Natureza", em Kriterion, 69, 1976, pags. 117-135.
- BRUNELLI, Marilene - "O Método Dialético", em Kriterion, 73, 1984, pags.3-26.
- BUNGE, Mario - Teoria e Realidade, São Paulo, Ed.Perspectiva, 1974.
- BURTT, Edwin - Los Fundamentos Metafísicos de la Ciencia Moderna, Buenos Aires, Sudamericana, 1960.
- CAVALCANTE SOUZA, José - "Para uma Leitura da Física de Aristóteles", em Discurso, 11, 1979, pags. 1-12.
- CHANU, Jacques - "La Thermodynamique du Non-Équilibre", em La Recherche, 84, 1977, pags. 1081-1082.
- COURNOT, Critique Philosophique, textes choisis par Claude KHODOSS, Paris, P.U.F., 1958.
- DUBARLE, Dominique - "Lógica Formalizante e Lógica Hegeliana", em D'HONDT (Ed.) - Hegel e o Pensamento Moderno, Porto, Ed. Rés, 1979.
- DUMOUCHEL, Paul - "Conclusion", em DUFUY e DUMOUCHEL, 1983, pags. 537-551.
- DUFUY, J.P. e DUMOUCHEL, P. - L'Auto-Organisation, de la Physique au Politique - Colloque de Cerisy, Paris, Éd. du Seuil, 1983.
- FERRATER MORA, J. - Diccionario de Filosofia, Vol. 4, Alianza Diccionarios, 1980.
- FLEISCHMANN, Eugène - La Science Universelle, ou La Logique de Hegel, Paris, Plon, 1968.
- FITCH, Frederic - "Self-Reference in Philosophy", em Mind, 55, 1946, pags. 64-73.
- GARCIA, Celio e SILVA, Evando M.P. - "Processos Irreversíveis e Natureza Criadora de Estruturas Ativas", em Kriterion, 73, 1984, pags. 103-113.
- GILSON, Étienne - L'Être et la Essence, Paris, J.Vrin, 2ª Ed., 1972.
- GUTHRIE, W.K.C. - A History of Greek Philosophy, Vol.I: The Earlier Presocratics and the Pythagoreans, Cambridge Un. Press, 1962.
- GUTHRIE, W.K.C. - A History of Greek Philosophy, Vol.VI : Aristotle: an Encounter, Cambridge Un. Press, 1981.

- HAAS, André - "La Thermodynamique sera-t-elle intégrée dans la physique théorique et les phénomènes non dissipatifs sont-ils réversibles ?", em Revue Philosophique, 2, 1984, pags. 189-200.
- HAKEN, H. (Ed.) - Dynamics of Synergetic Systems, Berlin Heidelberg New York, Springer-Verlag, 1980.
- HEIDEGGER, Martin - Identidade e Diferença; A Constituição Onto-Teo-Lógica da Metafísica, São Paulo, Liv. Duas Cidades, 1978.
- HEGEL, G.W.F. - Science de la Logique, trad. S. JANKÉLÉVITCH, Paris, Aubier-Montaigne, 1976.
- HEGEL, G.W.F. - Encyclopédie des Sciences Philosophiques en Abrégé (1830), trad. M. de GANDILLAC, Paris, Gallimard, 1970.
- JANICAUD, Dominique - "Dialética e Substancialidade: sobre a refutação hegeliana do spinozismo", em D'HONDT (Org.) - Hegel e o Pensamento Moderno, Porto, Ed. Rés, pags. 195-231.
- JANTSCH, Erich - The Self-Organizing Universe: scientific and human implications of the emerging paradigm of evolution, New York and Oxford, Pergamon Press, 1980.(a)
- JANTSCH, Erich - "The Unifying Paradigm Behind Autopoiesis, Dissipative Structures, Hyper- and Ultracicles", em ZELENY, M., 1980, pags. 81-87.(b)
- KIRK, G.S. e RAVEN, J.E. - The Presocratic Philosophers - a critical history with a selection of texts, Cambridge Un. Press, 1960.
- LADRIÈRE, Jean - Questions de Critique des Sciences et Cosmologie, Louvain, apostila mimeografada, 1966.
- LARGEAULT, Jean - "Cause, Causalité, Determinisme", em Archives de Philosophie, 44, 1981, pags. 383-402. (a)
- LARGEAULT, Jean - "Observations sur le Déterminisme et l'Ordre", em Le Debat, 15, 1981, pags. 102-106. (b)
- LEBRUN, Gérard - "Hegel Lecteur d'Aristote", em Les Études Philosophiques, 3, 1983, pags. 329-347.
- LÉONARD, André - "La Structure du Système Hégélien", em Revue Philosophique de Louvain, Tomo 69, 1971, pags. 495-524.
- LLOYD, G.E.R. - Aristotle: the growth and structure of his thought, Cambridge Un. Press, 1968.
- LIMA VAZ, H.C. - "A Dialética das Idéias no 'Sofista'", em Ontologia e História, São Paulo, Duas Cidades, 1968.

- LIVET, Pierre - "Réflexivités et Exteriorité dans la Logique de Hegel", em Archives de Philosophie, 47, 1984, pags. 33-62 e 291-318.
- LIVET, Pierre - "Cybernétique, Auto-Organisation et Néo - Connectionisme", em CREA (Centre de Recherche Epistemologie et Autonomie) - Genealogies de l'Auto-Organisation, Paris, École Polytechnique/CREA, 1985.
- LIVET, Pierre - "L'Auto-Organisation à l'Age Adulte", texto xerografado, 1986.
- LIVINGSTON, Paisley (Ed.) - Disorder and Order-Proceedings of the Stanford International Symposium, Stanford University, 1984.
- MATURANA, Humberto e VARELA, Francisco - Autopoiesis and Cognition: the realization of the living, Boston, D. Reidel, 1980.
- MONOD, Jacques - O Acaso e a Necessidade: ensaio sobre a Filosofia Natural da Biologia Moderna, Petrópolis, Vozes, 1971.
- MORIN, Edgar - La Méthode, Vol. I: La Nature de la Nature, Paris, Ed. du Seuil, 1977 (nossas citações são de MORIN, Ed. - O Método, Vol. I: A Natureza da Natureza, Publicações Europa-América, s/d).
- MURE, G.R.G. - A Study of Hegel's Logic, Westport, Greenwood Press, 1984.
- NEWTON, I. - Princípios Matemáticos da Filosofia Natural (extrato), em Os Pensadores - Newton, São Paulo, Abril Cultural, 1974.
- PLATÃO - A República, São Paulo, DIFEL, 1965.
- PLATON - Parmênides, o De Las Ideas, em Obras Completas, Aguilar, 1972.
- PÓLYA, G. - Mathematical Discovery, N. York, J. Wiley, 1962.
- PRIGOGINE, Ilya - From Being to Becoming: Time and Complexity in the Physical Sciences, San Francisco, Freeman & Co., 1980.
- PRIGOGINE, I. - Only an Illusion, Lecture Delivered at the Jawaharlal Nehru University, New Dehli, 1982, texto xerografado.
- PRIGOGINE, I. - Un Siècle d'Espoir ?, Conférence Donée au Colloque Temps et Devenir à partir de l'oeuvre d'Ilya Prigogine, France, Cerisy-la-Salle, 1983, texto xerografado.
- PRIGOGINE, I. - "Order out of Chaos", em LIVINGSTON, 1984, pags. 41-60.

- PRIGOGINE, I. e GEORGE, Cl. - "The Second Law as a Selection Principle: The Microscopic Theory of Dissipative Processes in Quantum Systems", em Proc.Natl.Acad.Sci.USA, Vol.80, 1983, pags. 4590-4594.
- PRIGOGINE, I. e NICOLIS, G. - Self-Organization in Nonequilibrium Systems: From Dissipative Structures to Order Through Fluctuations, New York, J.Wiley, 1977.
- PRIGOGINE, I., NICOLIS, G. e BABLOYANTZ, A. - "Thermodynamics of Evolution", em Physics Today, Nov. 1972, pags. 23-28, e Dec. 1972, pags. 38-44.
- PRIGOGINE, I. e STENGERS, I. - La Nouvelle Alliance, Métamorphose de la Science, Paris, Gallimard, 1979. (a)
- PRIGOGINE, I. e STENGERS, I. - "Les Deux Cultures Aujourd'hui" em La Nouvelle Revue Française, 316, 1979, pags. 42-54, e 317, 1979, pags. 41-48. (b).
- PRIGOGINE, I. e STENGERS, I. - "L'Invention et la Philosophie des Sciences", em Revue Internationale de Philosophie, 131-132, 1980, pags.5-25.
- PRIGOGINE, I. e STENGERS, I. - Order Out of Chaos, Man's New Dialogue with Nature, New York London, 1984 (Edição ampliada de La Nouvelle Alliance).
- PRIGOGINE, I., STENGERS, I. e PAHAUT, S. - "La Dynamique, de Leibniz a Lucrece", em Critique, 380, 1979, pags.35-55.
- RAMNOUX, Cl. - "Sur Quelques Interpretations Modernes de la Pensée d'Anaximandre", em Revue de Métaphysique et Morale, 3, 1954.
- ROBERT, Jean-Dominique - "Dangers du Syntaxique", em COLLOQUE DE RIXENSART - La Sémantique des Sciences, Paris, Beauchesne, 1978.
- RORTY, R. - Philosophy and the Mirror of Nature, Princeton University Press, 1980.
- ROSS, David - Aristote, Paris, Payot, 1930.
- RUELLE, David - "Les Attracteurs Étranges", em La Recherche, 108, 1980, pags. 132-144.
- STEGMULLER, W. - A Filosofia Contemporânea, Vol.2, São Paulo, EDUSP, pags. 304-338 (sobre Manfred EIGEN).
- STENGERS, Isabelle - "Les Généalogies de l'Auto-Organisation", em CREA - Généalogies de l'Auto-Organisation, Paris, Ecole Polytechnique/CREA, 1985, pags. 7-104.
- THOM, René - "Halte au Hasard, Silence au Bruit", em Le Debat, 3, 1980, pags. 120-132.
- THOM, René - Paraboles et Catastrophes, Paris, Flammarion, 1983.

- TONNELAT, Jacques - Thermodynamique et Biologie, Tome II : L'Ordre Issu du Hasard, Paris, Maloine, 1978.
- TONNELAT, Jacques - "Qu'est-ce qu'un être vivant ?", em La Recherche, 101, 1979, pags. 614-622.
- VARELA, Francisco - Principles of Biological Autonomy, New York Oxford, North Holland, 1978.
- VARELA, Francisco - "Not One, Not Two", em The CoEvolution Quartely, Fall 1976, California/EUA.
- VUILLEMIN, J. - La Logique et le Monde Sensible, Paris, Ed. Flammarion, 1971.
- WATERLOW, Sarah - Nature, Change and Agency in Aristotle's Physics - a philosophical study, Oxford, Clarendon Press, 1982.
- WERKMEISTER, William - Verbete sobre Hans Driesch, na The Encyclopedia of Philosophy, McMillan e Co., 1974.
- WIENER, N. - Deus, Golem e Cia., São Paulo, Ed. Cultrix, 1971.
- ZELNY, Milan (Ed.) - Autopoiesis, Dissipative Structures and Spontaneous Social Order, Colorado, Westview Press, 1980.

SINOPSE

Tendo como ponto de partida a sugestão de uma filosofia da natureza, feita por I. PRIGOGINE e I. STENGERS em La Nouvelle Alliance, procurou-se, em primeiro lugar, interpretar a história da filosofia da natureza, tomando Aristóteles e Hegel como autores centrais, que contribuiriam para se detectar um 'problema da auto-determinação'. Em segundo lugar, foi examinado o trabalho científico-filosófico de Prigogine e outros autores contemporâneos (Francisco Varela; Henri Atlan) que se referem a 'auto-organização' e 'autonomia', vindo a encontrar uma problemática familiar à da primeira parte, desenvolvida no contexto do método experimental. Embora não oferecendo uma resposta ao problema proposto, foram oferecidos elementos considerados relevantes e apontadas incógnitas que podem auxiliar na sua melhor formulação.